



**DESARROLLO DE UNA UNIDAD DE ENSEÑANZA POTENCIALMENTE  
SIGNIFICATIVA (UEPS) PARA EXPLICAR EL CONCEPTO DE OXIDACION-  
REDUCCION A LOS ALUMNOS DE GRADO DÉCIMO DE LA INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA ANTONIO RICAURTE DEL BARRIO BELEN RINCÓN, MEDELLÍN**

**Carlos Enrique González Henao**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias  
Medellín, Colombia  
2018

**DESARROLLO DE UNA UNIDAD DE ENSEÑANZA POTENCIALMENTE  
SIGNIFICATIVA (UEPS) PARA EXPLICAR EL CONCEPTO DE OXIDACION-  
REDUCCION A LOS ALUMNOS DE GRADO DECIMO DE LA INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA ANTONIO RICAURTE DEL BARRIO BELEN RINCÓN, MEDELLÍN**

**Carlos Enrique González Henao**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director: Daniel Barragán, Doctor en Ciencias-Químicas  
Profesor Asociado, D. E  
Escuela de Química

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias  
Medellín, Colombia  
2018

*Todos nosotros sabemos algo...*  
*Todos nosotros ignoramos algo...*  
*Por eso, aprendemos siempre.*

Paulo Freire

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi esposa, gestora y motor de esta odisea, a ella que cree más en mí de lo que yo a veces creo.

A mi director, doctor Daniel Barragán, porque ha generado en mí aquella pregunta recurrente “¿por qué a mí no me enseñaron de esta manera?” mis futuros estudiantes también se lo agradecerán.

A mi profesora Julia Victoria Escobar quien me enseñó la parte humana del ser maestro.

A todos los compañeros y directivas de la Institución Educativa Antonio Ricaurte quienes vivieron de cerca mis angustias.

A mis estudiantes de décimo grado quienes se hicieron cómplices de esta locura.

## Resumen

En este trabajo se diseña una estrategia para la enseñanza de las reacciones redox (reacción de reducción-oxidación) utilizando la metodología de las Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas (UEPS) propuesta por Marco Antonio Moreira. En esta metodología se incluye la indagación sobre conocimientos previos, situaciones problema, elaboración de mapas conceptuales y resolución de problemas, todo esto organizado de tal manera que permita al estudiante desarrollar los diferentes niveles de comprensión del fenómeno químico. El nivel macro relacionado con la descripción del fenómeno en sí, desarrollado a partir de experimentos sencillos con materiales y reactivos no peligrosos; el nivel micro que se refiere a la imagen mental que se tiene de ese mundo microscópico y abstracto, trabajado a partir de la creación de modelos gráficos; y el nivel simbólico relacionado directamente con el lenguaje que utiliza la química para describir los diferentes fenómenos, reflejado en los informes que el estudiante realiza de su práctica.

**Palabras claves:** educación, UEPS, enseñanza, reacciones redox, aprendizaje significativo.

## Abstract

A teaching strategy based in the *Marco Antonio Moreira* of a potentially meaningful teaching unity methodology (PMTU) is developed for the teaching of oxidation-reduction chemical reactions. The propose PTMU includes an evaluation of the previous knowledge, the presentation of problem situations, an elaboration of conceptual maps, and a conceptualization and a strategy for problems solving. The parts of the unit are organized in such a way that allows the student to develop the different levels of understanding of the chemical phenomenon. The macro level, related to the description of the phenomenon itself, developed from simple experiments with non-hazardous materials and reagents, the micro level, which refers to the mental image of that microscopic and abstract world worked from the creation of graphic models and the symbolic level directly related to the language that chemistry uses to describe the different phenomena reflected in the reports that the student makes of his practice.

**Keywords:** teaching, REDOX reactions, learning Unities, meaningful learning

## Contenido

Resumen.....	v
Abstract.....	v
Introducción .....	1
Capítulo I. Diseño teórico .....	3
1.1 Selección y delimitación del tema .....	3
1.2 Planteamiento del problema .....	3
1.2.1 Descripción del problema .....	3
1.2.2 Formulación de la pregunta .....	5
1.3 Justificación.....	6
1.4 Objetivos .....	7
1.4.1 Objetivo general .....	7
1.4.2 Objetivos Específicos.....	8
Capítulo II. Marco referencial .....	9
2.1 Referente de antecedentes .....	9
2.2 Referentes teóricos.....	10
2.3 Referente conceptual-disciplinar .....	17
2.4 Referente legal.....	18
2.5 Referente espacial.....	19
Capítulo III. Diseño metodológico.....	22
3.1 Enfoque.....	22
3.2 Método .....	23
3.2.1 Diagnóstico.....	23
3.2.3 Diseño .....	23
3.2.3 intervención .....	24
3.2.4 Fase de evaluación .....	24
3.3 Instrumentos para recolección de información .....	24
3.4 Población y muestra .....	25
3.5 Impacto esperado .....	25
3.6 Cronograma de actividades.....	26
Capítulo IV. Desarrollo de la propuesta .....	27
4.1 Selección de los estudiantes .....	27
4.2 Intervención .....	27

4.2.1 La evaluación de conocimientos previos disciplinares .....	27
4.2.2 Resultados conocimientos previos disciplinares .....	27
4.2.3 Encuentros .....	31
Capítulo V. Conclusiones .....	40
Capítulo VI. Referencias .....	44
Anexo 1.....	48
Lluvia de ideas para la selección del problema a tratar en el proyecto de investigación	48
Anexo 2.....	49
Lluvia de ideas filtro 1: situaciones problema que se pueden mejorar desde la docencia	49
Anexo 3.....	50
Posibles relaciones de causa efecto entre las situaciones detectadas.....	50
Anexo 4.....	51
Estructura de los conocimientos previos.....	51
Anexo 5.....	52
Evaluación diagnóstico .....	52
Anexo 6.....	56
Celdas electroquímicas-preinforme de práctica.....	56

## Índice de tablas

Tabla 1. <i>Normograma</i> .....	18
Tabla 2. <i>Planeación de actividades</i> .....	26
Tabla 3. <i>Cronograma de actividades</i> .....	26
Tabla 4. <i>Análisis de respuestas de los estudiantes</i> .....	31

## Índice de figuras

<i>Figura 1. Resultados de las preguntas uno, dos y tres sobre los conocimientos previos</i> .....	28
<i>Figura 2. Resultados de la pregunta cuatro sobre los conocimientos previos</i> .....	28
<i>Figura 3. Resultados de la pregunta cinco y seis sobre los conocimientos previos</i> .....	29
<i>Figura 4. Resultados de la pregunta siete sobre los conocimientos previos</i> .....	29

<i>Figura 5.</i> Circuito básico porta pilas + led. Fuente.....	33
<i>Figura 6.</i> Motor eléctrico.....	34
<i>Figura 7.</i> Conductividad del agua.....	34
<i>Figura 8.</i> La sal como electrólito.....	35
<i>Figura 9.</i> Celda sin puente salino.....	36
<i>Figura 10.</i> Celda con puente salino.....	36
<i>Figura 11.</i> Reacción del sulfato de cobre con el zinc.....	38
<i>Figura 12.</i> Celda electrolítica.....	38
<i>Figura 13.</i> Descripción de celda electrolítica realizada por estudiante.....	40
<i>Figura 14.</i> Respuesta típica de estudiantes en el manejo de la simbología.....	41
<i>Figura 15.</i> Planteamiento de semireacciones.....	42



# Introducción

La química, al igual que la física y las matemáticas, suelen ser asignaturas con poca aceptación entre los estudiantes debido al nivel de dificultad que usualmente representa para ellos, dificultad que, entre otras cosas, puede estar relacionada con las metodologías que se utilizan para la enseñanza de estas. Es importante por esto que el desarrollo de nuevas propuestas que tengan como objetivo mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje, se convierta en un desafío para los maestros.

En este trabajo se aborda el tema de la enseñanza de las reacciones de oxidación-reducción (redox), desde un punto de vista que se plantea a partir de fenómenos cotidianos y trata de recuperar el conocimiento empírico para construir todo el marco teórico de los procesos redox. El desarrollo de esta estrategia didáctica se fundamenta en tres principios fundamentales, que son: *la observación del fenómeno, la construcción del modelo y el uso de los símbolos para explicarlos*. Se busca que el estudiante construya, observe, relacione y explique sus observaciones a partir de los conocimientos adquiridos en la clase, para esto se adopta la metodología de las UEPS porque se considera que esta propone un plan estructurado para lograr un aprendizaje significativo.

A partir de esta propuesta se trata de explorar las diferentes formas de aprendizaje, captar la atención del que escucha, aprovechar las habilidades manuales de los que dibujan o construyen, la capacidad de observación y el trabajo en equipo. Mezcla tanto trabajo individual como trabajo colaborativo, combina la exposición magistral con la práctica y el trabajo de investigación y, a su vez, permite desarrollar los niveles comunicativos de los estudiantes a través de la elaboración de informes y la construcción de modelos y también desarrollar habilidades para diseñar experimentos.

El trabajo de laboratorio está diseñado para realizarlo incluso en el aula de clase o al aire libre si no se cuenta con un laboratorio. Los implementos son materiales cotidianos como vasos desechables, minas de lápiz, cables y pilas; de igual manera, los reactivos de laboratorio no representan riesgo para los

estudiantes y pueden conseguirse en cualquier tienda de barrio. Esta propuesta surge en gran parte como solución para las personas que les gusta enseñar y aprender a través de la práctica, diversificar las clases y acercar a los estudiantes a la ciencia.

# Capítulo I. Diseño teórico

## 1.1 Selección y delimitación del tema

Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa UEPS para la enseñanza de las reacciones redox para los estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Antonio Ricaurte.

## 1.2 Planteamiento del problema

### 1.2.1 Descripción del problema

La enseñanza de la química, así como su interés por aprenderla, ha ido decayendo de forma vertiginosa en el contexto de la Institución Educativa Antonio Ricaurte y casi que podría generalizarse a todo el contexto de la educación pública. Se podría decir que tanto en alumnos como en maestros existen algunas expectativas iniciales que luego contrastan con los métodos y los contenidos de los cursos, lo que genera algún tipo de frustración y apatía hacia la química como ciencia. En algún momento esta deja de ser la ciencia de las explosiones, la ciencia del fuego y del humo, la ciencia de los colores, para convertirse en cuadernos llenos de números y ecuaciones incomprensibles y de dibujos y procedimientos de papel.

Los alumnos de grados inferiores, incluyendo la escuela primaria e incluso hasta grado octavo, sienten una marcada fascinación por el quehacer científico, expectativa creada en gran parte por el cine y la televisión en películas como *Flubber* (1997) o *Volver al futuro* (1986) y otras que muestran la ciencia como algo increíblemente interesante, al científico como la persona que todo lo sabe y que es capaz de transformar su realidad y su entorno. Es muy común escuchar las peticiones de los alumnos para ir al laboratorio a experimentar, a tocar, a ver y a sentir la ciencia.

Retomar el interés de los estudiantes por los temas de la química es un reto que depende de muchos factores que incluyen la infraestructura de los laboratorios y su dotación, la disponibilidad de tiempo, la formación, motivación y creatividad de

los maestros. El problema puede ser mirado desde muchos ángulos: desde los planes de estudio, desde los maestros y desde los propios estudiantes. Como maestro de química es interesante hacer una reflexión acerca de cómo estamos enseñando y las cosas que nos motivan a enseñar.

En un estudio realizado en España en el año 2009 (Pontes, Ariza, Serrano y Sánchez., 2011) se concluye que de los profesionales en ciencias y afines solo el 11% en promedio tenían la enseñanza como una primera opción y, de todos, el 24% ni siquiera había contemplado esa posibilidad. Sería muy interesante conocer, en las condiciones económicas y sociales colombianas, cuántas personas del gremio docente han contemplado la enseñanza como primera opción. Este panorama no resulta muy alentador si tenemos en cuenta que en Colombia cualquier profesional en ciencias puede aspirar a ser docente en el área de química y aunque se podría decir que este tipo de maestros tienen los conocimientos básicos en la materia, no podríamos decir que estas personas saben qué es una transposición didáctica o un proyecto de aula y su enseñanza será prácticamente por imitación.

Si hacemos de lado el problema de la formación docente y solo nos preguntáramos si los profesionales de todas las áreas de ciencias y afines dedicados a la enseñanza de la química nos hemos preocupado por saber si estamos logrando un equilibrio entre la rigurosidad de los números y la creatividad de las ciencias, tal vez nos encontraríamos con una realidad bastante crítica frente a lo que enseñamos y lo que esperamos de nuestros estudiantes. Uno de los problemas en que más caemos los maestros de química, incluso las personas que tenemos formación en el área pedagógica, es pensar que enseñar un tema como reacciones químicas consiste en aprender de memoria y replicar un procedimiento operativo.

Aunque solo se trate de simples pasos a seguir, como balancear una ecuación y plantear fórmulas carentes de sentido físico, y estos procedimientos algorítmicos faciliten la resolución de problemas, este tipo de metodologías llevan a pensar al estudiante que todos los problemas químicos pueden resolverse de la misma manera, lo que hace dejar de lado una serie de situaciones que solo pueden resolverse a partir de la comprensión de los distintos fenómenos químicos que están

sucediendo a nivel molecular. El estudiante puede llegar a pensar que este tipo de ejercicios solo son una ecuación más que no tiene relación con los procesos que ocurren en el mundo real y esto sucede porque no se tienen en cuenta las condiciones de las reacciones químicas tales como temperatura, presión, tipos de recipientes, estados de agregación, tiempos de reacción, termodinámica, etc.

Lejos de ser una ciencia exacta, la química pertenece al área de las ciencias naturales y muchos de sus descubrimientos han partido de la experimentación. Resulta asombroso la cantidad de excepciones que se presentan a esas reglas que enseñamos y que se han venido construyendo a partir de modelos creados para explicar los diferentes fenómenos químicos. Resulta más asombroso aún, cuántas de estas cosas todavía las enseñamos de la misma manera. La estructura del benceno, los elementos de transición y la ley del octeto en el átomo de hidrógeno son solo algunos de los grandes dilemas a los que se han tenido que enfrentar las distintas teorías.

Cuando utilizamos procedimientos mecánicos para resolver problemas químicos le estamos quitando el carácter científico a la química y la estamos enmarcando dentro de las ciencias exactas. De cierta manera la estamos convirtiendo en una materia difícil de asimilar al no contar con los elementos necesarios para afrontar este tipo de situaciones planteadas en los problemas. Como resultado de las situaciones planteadas, la enseñanza de la química ha venido en decadencia y requiere de estrategias didácticas que permitan recobrar el interés de los estudiantes y al mismo tiempo logre aprendizajes significativos en ellos.

### **1.2.2 Formulación de la pregunta**

¿Cómo se debería plantear una clase, cómo debe ser el proyecto de aula, qué elementos previos se deben tener en cuenta y cuál debería ser la dinámica para lograr un proceso de enseñanza-aprendizaje efectivo en un tema tan complejo para estudiantes de décimo grado como son las reacciones redox?

### 1.3 Justificación

Los lineamientos curriculares en el área de ciencias naturales (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 1998) hacen énfasis en el método científico como herramienta de aprendizaje de las ciencias naturales. La química, como ciencia, requiere de observación, hacer preguntas, plantear hipótesis y, sobre todo, plantear experimentos que nos lleven a comprobar estas hipótesis. También se suma el hecho de que las ciencias se deben construir para un contexto determinado y deben servir como herramienta para la solución de problemas. Programas como MOVA (Centro de Innovación del Maestro), Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) y otros programas de la Secretaría y el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, pretenden, a través de la formación de maestros, construir estrategias a partir de las diferentes propuestas metodológicas desarrolladas en sus cursos, diplomados y seminarios y al documentar y sistematizar estas propuestas se empiezan a crear líneas de investigación orientadas a la enseñanza de conceptos básicos en ciencias.

A pesar de ser tan diversas y abarcar campos tan distintos incluso dentro de las mismas áreas del conocimiento, todas tienen un objetivo en común que es mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y desarrollar competencias científicas en los estudiantes. Cabe anotar que en el sistema educativo colombiano muchas de las personas dedicadas a la enseñanza de la química no tienen formación en educación y a veces ni siquiera tienen formación en el área de la química, por tanto, resulta difícil ubicar su estrategia de enseñanza dentro de una u otra estrategia didáctica y es por esta razón que se hace necesario empezar a construir estrategias, documentarlas y difundirlas como ayuda a los maestros.

Las pruebas de desempeño académico, tanto a nivel nacional como internacional, exigen cada vez más que el estudiante tenga la capacidad de analizar y resolver problemas en un entorno determinado dejando de lado el simple aprendizaje mecánico o memorístico. Por estas razones, es muy importante diseñar estrategias didácticas integrales desde lo experimental y lo vivencial para la comprensión de los procesos químicos. Se debe pensar en estrategias de enseñanza activa (De Jong, 1996), donde el alumno participe en su proceso de

formación y a través de la solución de problemas vaya construyendo el conocimiento.

Al pensar en una estrategia integral, se piensa en una estrategia que aborde el problema desde diferentes puntos de vista de manera que logre abarcar las distintas formas de aprendizaje de los alumnos que conforman un aula de clase y cada uno de los enfoques refuerce los conceptos y construya una base sólida que incluya no solo los conceptos matemáticos, sino la estructura lingüística y la perspectiva histórica del concepto. Si profundizamos un poco en las reacciones redox nos damos cuenta de que es un tema más cotidiano de lo que podría predecir una ecuación. Las reacciones redox están presentes en la oxidación de las rejas de nuestras casas, en nuestra respiración, en la fotosíntesis, en el fuego y en muchos otros procesos de nuestro entorno.

Las reacciones redox son en esencia la base de lo que entendemos como la transformación de la materia, la prueba de la dinámica de los sistemas, el ir y venir de los electrones de un átomo a otro en busca de condiciones energéticas más estables. Todas estas características hacen de este tema en especial un excelente punto de partida para pensar en una estrategia de enseñanza-aprendizaje. Después de hacer una revisión a los diferentes paradigmas y estrategias, se considera que el aprendizaje significativo planteado por Ausubel (2002) y que luego evolucionó al aprendizaje significativo crítico planteado por Moreira (2006) se ajusta a las necesidades planteadas para la creación de una estrategia de enseñanza-aprendizaje.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Diseñar una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS) para la enseñanza de las reacciones redox para los alumnos del grado décimo de la Institución Educativa Antonio Ricaurte.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

Revisar las estrategias didácticas y los planes de aula que se utilizan actualmente en la Institución Educativa Antonio Ricaurte para la enseñanza de las reacciones redox.

- Realizar un análisis cualitativo de los resultados de las estrategias actuales que establezca fortalezas y debilidades.
- Evaluar los conocimientos previos necesarios para desarrollar la estrategia.
- Diseñar un proyecto de aula basado en un modelo de aprendizaje significativo para la enseñanza de las reacciones redox.



## Capítulo II. Marco referencial

### 2.1 Referente de antecedentes

Según De Jong (1996), citando diferentes autores, la enseñanza de la química ha pasado por diferentes etapas: en la década de los cincuenta la enseñanza estaba basada en el conductismo descriptivo y englobaba teorías de estímulo-respuesta sobre la orientación de la conducta mediante el condicionamiento operativo; en las últimas dos décadas apareció otra corriente llamada la psicología cognitiva dentro de la cual se encuentra el aprendizaje por descubrimiento o teorías de proceso de la información acerca del aprendizaje y de las condiciones de aprendizaje.

Una de las corrientes psicopedagógicas que más ha impactado en la enseñanza es, sin duda, el *aprendizaje significativo* planteado por Ausubel (2002) que establece el aprendizaje en función de los conocimientos previos. Esta teoría ha evolucionado hasta el *aprendizaje significativo crítico* que plantea Moreira (2006) que está basado, a su vez, como cita Moreira en su artículo “Aprendizaje significativo crítico” (2005), en los planteamientos de Neil Postman y Charles Weingartner en el libro *La enseñanza como actividad crítica*<sup>[a1]</sup> (1973) y también en algunos de los planteamientos que Postman expresa en libros más recientes como *Tecnópolis, la rendición de la cultura a la tecnología* (1994) y *El fin de la educación, una nueva definición del valor de la escuela* (1999) y que implica el cambio de una actitud pasiva frente al aprendizaje a una posición crítica frente al mismo.

Basado en la teoría de aprendizaje significativo y las propuestas que lo sustentan se desarrolló la propuesta de las Unidades de Aprendizaje Potencialmente Significativas (UEPS) y desde entonces se han venido implementando en los procesos de enseñanza-aprendizaje en varias áreas del conocimiento. En el área de las matemáticas, se encuentran trabajos como los de Teleche donde se diseña una UEPS para la enseñanza del concepto de fracción en alumnos de grado sexto (Teleche, 2013) y a nivel de las ciencias en general hay propuestas bastante integrales como la UEPS desarrollada para la enseñanza del

sonido utilizando TICS (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) como complemento (Culzoni, Alegre y Fornari 2015).

En el campo de la enseñanza de la química, se han implementado trabajos donde se plantean varias UEPS para la enseñanza de diferentes conceptos como los gases ideales, Gómez (2012), los estados de agregación de la materia (Ríos, 2013), la distribución electrónica (Bastidas, 2013), estructuras moleculares (Alcaraz, 2014), estequiometría (Gómez, 2013), entre otros. A nivel de la enseñanza del concepto de reacción de transferencia de electrones o reacción redox, se encuentran los estudios de Insausti y Echavarría<sup>[a2]</sup>, donde se proponen distintos procesos químicos que se pueden utilizar como herramientas didácticas debido a sus características visuales que podrían estimular el aprendizaje del concepto (Insausti y Echavarría, 2013).

Garduño y Vierna<sup>[a3]</sup> proponen, por ejemplo, un modelo didáctico que amplía el concepto de reacción redox convencional al campo de los compuestos orgánicos (Garduño y Vierna, 2005) y Pérez (2016) desarrolla una metodología para la enseñanza de las reacciones redox a partir del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Por otra parte, en la universidad de Miami han desarrollado una herramienta llamada ROXCI (Redox Concept Inventor) que permite revisar a través de entrevistas y análisis de evidencia los niveles de comprensión de los conceptos relacionados con las reacciones redox para estudiantes de los primeros semestres de universidad (Brandriet y Bretz, 2014).

## 2.2 Referentes teóricos

En este trabajo se diseña y aplica una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS) de acuerdo a los pasos propuestos por Moreira (2011)<sup>[a4]</sup>. Se propone el estudio de las reacciones redox para estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Antonio Ricaurte con el objetivo de lograr en ellos la asimilación de los diferentes niveles de representación de los fenómenos químicos propuestos para este tema que son: el *nivel macro*, es decir, la representación del fenómeno en sí, lo que el estudiante puede percibir a través de los sentidos; el *nivel submicro*, referido a los modelos o representaciones con las cuales se pretende

explicar el fenómeno: dibujos, maquetas y esquemas; por último, el *nivel simbólico*, que hace referencia a las fórmulas químicas, representación de ecuaciones y símbolos de los elementos que identifican las sustancias que participan en el proceso (Galagovsky, Rodríguez, Stamati y Morales, 2003).

Antes de comenzar el desarrollo de la propuesta se revisarán algunos principios que dan lugar al desarrollo de las UEPS. Lo primero con lo que se debe contar es con la disponibilidad del alumno para aprender, según Moreira, citando a Ausubel y Gowin, es el alumno quien decide aprender significativamente un determinado conocimiento (Moreira, 2011).

Una de las teorías que soportan la UEPS es el aprendizaje significativo planteado por Ausubel (1963), a quien cita por Moreira (2011), este se caracteriza por la interacción entre el nuevo conocimiento y el conocimiento previo. En el proceso de aprendizaje significativo el estudiante no es un sujeto receptor pasivo, sino un sujeto que hace uso de los significados adquiridos, para dar significado a los nuevos materiales. En este proceso realiza simultáneamente una *diferenciación progresiva* en su estructura cognitiva y una *reconciliación integradora* para establecer diferencias y semejanzas y reorganizar su conocimiento (Moreira, 2005).

De igual manera, en el desarrollo de la UEPS se utilizan los *organizadores previos*, este se define el material didáctico introductorio presentado antes del material que se ha de aprender, en un nivel más alto de abstracción, generalidad e inclusividad, su principal función es servir de puente entre lo que el aprendiz ya sabe y lo que debería saber con el fin de que el nuevo conocimiento pudiera ser aprendido significativamente (Moreira, 2011).

El aprendizaje significativo crítico, planteado por Moreira (2006), facilita que el sujeto no solo adquiera conocimientos de manera significativa, sino que le permite formar parte de su cultura y al mismo tiempo estar fuera de ella. De cierta manera ser consciente de su propio proceso. La teoría de aprendizaje significativo crítico está basada en once principios conductores de los cuales algunos serán desarrollados en la propuesta como los principios de: no centralización en el libro de texto, abandono de la pizarra, interacción social y cuestionamiento, aprendizaje como perceptor/representador y conocimiento como lenguaje.

Otro aporte al desarrollo de la UEPS es la teoría de campos conceptuales de Vergnaud, a quien citan Moreira, Greca y Palmero (2002<sup>[a5]</sup>), donde se establece la importancia del concepto, considerado por esta teoría como el núcleo del desarrollo cognitivo. Un *campo conceptual* se define como un conjunto complejo de situaciones problema cuyo manejo requiere el dominio de conceptos de naturalezas distintas (Moreira, 2010). En el diseño de la UEPS, la creación de situaciones problemas es sin duda uno de los mayores aportes de la teoría de Vergnaud, para quien estas son las que dan sentido a los nuevos conocimientos y por tanto deben ser pensadas para despertar la intencionalidad del alumno para el aprendizaje significativo y a su vez deben organizarse en orden creciente de complejidad (Moreira, 2010).

Otro aporte importante al desarrollo de las UEPS, es la teoría del aprendizaje de Gowin (1981), a quien cita Moreira (2011), de acuerdo con esta teoría, para que se concrete un episodio de enseñanza se requiere una interacción entre profesor y alumno mediado por los materiales educativos del currículo. En sí, se trata de un proceso de negociación de significados entre estudiantes y profesores. La captación de significados es anterior y es indispensable para que haya aprendizaje significativo.

La interacción, como lo plantea Vygotsky citado por Moreira, es indispensable para la interiorización de los signos, que son una construcción social y que se lleva a cabo a partir de una reconstrucción mental del aprendiz (Moreira, 1997). Esto se complementa por lo planteado por Novak (1987), a quien también cita Moreira (2011), sugiere que en la interacción entre estudiantes y maestros no solo se intercambian significados sino sentimientos. Los aportes de Novak, de cierta manera humanizan el proceso de aprendizaje, ya que en este no solo se transmite conocimiento, sino también pensamientos, sentimientos y acciones. Si el aprendizaje se da de forma significativa entonces este intercambio será positivo y constructivo (Moreira, 2011). Como se menciona más adelante, uno de los mayores aportes al desarrollo de las UEPS es la elaboración de mapas conceptuales, definidos por Moreira (2011) como diagrama jerárquico de conceptos y relaciones entre conceptos. Jerárquicos porque en ellos se puede ver cómo algunos conceptos

son más relevantes que otros. Los conceptos se unen a través de frases llamadas conectores y en conjunto con los conceptos forman proposiciones en lenguaje sintético.

Es importante también destacar que el ser humano no capta el mundo en forma directa, sino que lo representa internamente a través de un modelo mental. La característica fundamental del modelo mental es la recursividad, o sea, la capacidad de autocorrección que resulta del error, de la no funcionalidad del modelo para su constructor, esta teoría se conoce como la teoría de los modelos mentales de Jhonson-Laird (Moreira, Greca y Palmero, 2002). En el desarrollo de la UEPS este tipo de modelos tienen una utilidad funcional ya que el primer paso para resolver una nueva situación es construir en la memoria de trabajo un modelo mental funcional que sea un análogo estructural de esa situación (Moreira, 2011).

### ***Desarrollo de la UEPS.***

#### ***Indagación de los conocimientos previos.***

Se toman como punto de partida los conocimientos previos, ya que el aprendizaje significativo implica la interacción de los nuevos conocimientos sobre los conocimientos previamente adquiridos. De cierta manera, lo que sabemos condiciona lo que aprendemos. La actividad consiste en un taller escrito donde el estudiante se pondrá en contacto con los diferentes conceptos y utilizará el lenguaje a través de actividades de juego como organización de palabras, crucigramas, sopas de letras, entre otras. Según el principio de *conocimiento como lenguaje* (Moreira, 2005) el lenguaje es la llave para la comprensión de cualquier conocimiento o contenido, pues, como lo plantea Postman, citado por Moreira (2005): “no existe nada entre los seres humanos que no sea instigado, negociado, aclarado o mistificado por el lenguaje”.

Esta actividad se complementa con un trabajo colaborativo que consiste en la elaboración de un mapa conceptual, donde se indague sobre el conocimiento que los estudiantes tienen sobre los conceptos relacionados en la actividad inicial y su capacidad para establecer relaciones y jerarquía entre ellos. Esta actividad de construcción de mapas conceptuales en forma colaborativa, según lo plantea

Moreira (2005<sup>[a6]</sup>), facilita el aprendizaje significativo a través del diálogo y la negociación de significados entre los estudiantes.

*Situación problema.*

Teniendo en cuenta lo planteado por Vergnaud, a quien cita Moreira (2002) “un concepto adquiere sentido para el sujeto a través de situaciones y problemas, no reduciéndolo simplemente a una definición”, se proyectará un video donde se hace una demostración del fenómeno de electrólisis del agua relacionado con la representación simbólica  $H_2O_{(l)} \rightarrow H_{2(g)} + O_{2(g)}$ . El uso del video está fundamentado en el principio de la *no centralización en el libro de texto* (Moreira, 2005) y la búsqueda de otro tipo de materiales que a diferencia del libro, estimulan otros aspectos y facilitan el aprendizaje .

A partir de esta demostración, utilizada como una actividad introductoria, se plantean las siguientes preguntas consideradas situaciones problema: ¿Qué función tiene la pila en el proceso?, ¿por qué la electricidad puede inducir una reacción química?, ¿qué significado tiene cada símbolo en la representación?

*Exposición del tema.*

En este momento, se llevará a cabo la exposición del tema de las reacciones redox. Durante esta exposición se plantearán preguntas abiertas que den cuenta del trabajo previo y que se plantean como situaciones problema como: ¿qué relación tiene la electricidad con las reacciones químicas?, ¿qué significa oxidación?, ¿qué relación tiene el oxígeno con los procesos de oxidación?, ¿qué significa reducción?, ¿qué está sucediendo en cada uno de los terminales de la pila?, ¿qué es una semi-reacción?, ¿qué es un potencial eléctrico y cómo influye en una reacción química?, ¿qué gas se está formando en cada una de las terminales?

*Profundización.*

En este nivel, una vez planteado el problema y luego de un análisis de la actividad anterior, se procede con la exposición dialogada, en este punto se hace énfasis en la oxidación y reducción como un proceso acoplado, es decir no independiente uno del otro, se acudirá al principio de conocimiento como lenguaje y se utilizará el lenguaje simbólico de las reacciones, moléculas, átomos, electrones y enlaces. Se planteará el concepto de semi-reacción. De esta manera se efectuará la

diferenciación progresiva a partir de la situación problema inicial y, finalmente, por medio de una reconciliación integradora de los conceptos de reacción química, electricidad, enlace químico, se llega al concepto de oxidación–reducción o reacciones redox. En esta actividad de nuevo se recurrirá al trabajo colaborativo en la elaboración de un mapa conceptual que se tendrá como evidencia de aprendizaje.

*Nueva situación problema.*

En este momento se planteará una situación problema con un nivel mayor de dificultad. En un primer paso se analizó la electrólisis del agua utilizando una fuente de electricidad, en este segundo caso se llevará a cabo la reducción del cobre y la oxidación simultánea del hierro en solución acuosa, representada así:  $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe}_{(\text{s})} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Cu}_{(\text{s})}$ . En este proceso redox ya no se usa el circuito usado en la primera fase. Se plantearán entonces las siguientes preguntas: ¿si este experimento, al igual que el anterior son procesos redox, por qué no se utiliza la pila ni los electrodos?, ¿cuál es la diferencia entre un proceso de oxidación-reducción espontáneo y no espontáneo?, ¿qué factor determina cuándo se lleva a cabo el uno o el otro?

Para resolver esta situación se pide a los estudiantes que busquen en YouTube tres experimentos similares, tomen nota de las diferentes explicaciones y que, en sus grupos de trabajo, a través de un diagrama V, traten de dar una explicación a la pregunta planteada. El trabajo investigativo que se lleva a cabo hace uso del *principio de abandono del libro de texto* y tiene como fin la consulta de otro tipo de materiales como el video basado en experiencias de otros estudiantes para adquirir conocimiento sin recurrir siempre al texto como autoridad.

*Evaluación de la UEPS.*

Para la evaluación individual se planteará al estudiante una situación problema en el ámbito de las reacciones redox y a través del aprendizaje adquirido se analizará la evidencia en la capacidad del estudiante para:

- Dar una explicación al fenómeno en cuestión a partir de su propia percepción haciendo uso de sus propias representaciones mentales, porque como lo plantea Johnson-Laird, a quien cita Moreira (2002), “la comprensión y, por

tanto, el aprendizaje significativo de situaciones nuevas implica la modelización mental”.

- Comprensión de ecuaciones y símbolos relacionados con el proceso, lo cual está relacionado con el principio de *conocimiento como lenguaje* ya que el lenguaje da cuenta de cómo se perciben las cosas.
- Capacidad para abstraer las semi-reacciones para cada uno de los procesos, es decir, capacidad para entender el fenómeno como la suma de procesos más elementales.
- Capacidad para explicar de forma gráfica los procesos de pérdida y ganancia de electrones de las especies involucradas.

*Exposición final por parte del maestro.*

Se realizará una discusión donde los estudiantes puedan expresar el significado de su experiencia. En este nivel se hará énfasis en la importancia de las reacciones redox, el desarrollo del concepto y las nuevas aplicaciones en la nanotecnología y la creación de sensores para estudiar, por ejemplo, la probabilidad de vida extraterrestre.

Por último y, como culminación del trabajo, en concordancia con el *principio del conocimiento como lenguaje*, del cual se partió inicialmente, se procederá con la evaluación argumentativa en la cual el estudiante debe elaborar un documento donde explique un fenómeno cotidiano de oxidación-reducción, utilice las herramientas del lenguaje químico como símbolos y fórmulas, así como modelos representativos de los procesos microscópicos relacionados con el fenómeno estudiado. El trabajo se exhibirá en *posters* para sus compañeros y la evaluación se centrará en tres aspectos: la comprensión del fenómeno, el modelo que haya creado del mismo y las palabras y símbolos con que lo expresa y lo representa.

*Valoración de la UEPS.*

Se valorará la eficacia de la UEPS, a partir de las diferentes evidencias recogidas que den cuenta de un aprendizaje significativo, es decir, de la capacidad del estudiante para resolver problemas, la comprensión del lenguaje simbólico, la modelación de procesos y la expresión a través de símbolos y palabras su experiencia sensorial.



## 2.3 Referente conceptual-disciplinar

Se entiende, de manera sencilla, por reacciones de oxidación-reducción —o reacciones redox— al conjunto de reacciones químicas donde se lleva a cabo una transferencia de electrones entre las moléculas que participan en la reacción. Este conjunto de reacciones redox, más las reacciones de descomposición, neutralización y precipitación conforman todo el contexto de la reactividad química, y están contempladas dentro los derechos básicos de aprendizaje (Ministerio de Educación de Colombia, 2016), así como en los estándares básicos de competencia para las ciencias sociales y naturales (Ministerio de Educación de Colombia, 2004), para el grado décimo de la enseñanza media. Su importancia radica en que en ellas se aplican los diferentes conceptos que se enseñan en química como son el concepto de átomo, molécula, enlace químico, electrones de valencia, reactividad, reacción química, ley del octeto, entre otros.

Al tratarse de temas abstractos el estudiante va desarrollando la capacidad para entender modelos y relacionar dichos modelos con los fenómenos químicos que ocurren en la cotidianidad. A partir del aprendizaje de este tipo de reacciones, el estudiante puede encontrar el sentido a los aprendizajes previos, puede entender el concepto de formación y rompimiento de enlaces, los estados de alta y baja energía y su relación con la reactividad de los diferentes compuestos. El aprendizaje de las reacciones redox permite al estudiante adquirir un nuevo lenguaje basado en una gran cantidad de símbolos, modelos, palabras y fórmulas. El manejo de los símbolos químicos, los coeficientes estequiométricos, la forma de escribir las reacciones químicas, las cargas en los átomos y la representación de iones y cationes.

Por todas estas razones se puede afirmar que las reacciones redox resumen gran parte del programa de química que se enseña en la educación básica primaria y básica secundaria y si se enfoca de la manera apropiada puede reforzar y mantener en los estudiantes los conceptos previos aprendidos. Aparte de esto el tema puede ser tan amplio como desee abordarse, pues, las reacciones redox pueden incluir gases ideales, soluciones, etc. El aprendizaje de las reacciones redox

permite al estudiante entender una gran variedad de fenómenos cotidianos como la oxidación de los metales, los procesos electrolíticos y procesos bioquímicos como la generación de energía en los fenómenos de combustión en los motores, el ciclo de Krebs en la célula, las celdas electrolíticas en las pilas y hasta la simple combustión de una vela encendida, el desarrollo de nano sensores utilizados en misiones espaciales, entre otros.

## 2.4 Referente legal

Tabla 1. *Normograma*

Norma	Descripción	Contexto
Constitución política	Art. 67: Hace referencia a la educación como un derecho que tienen los colombianos al acceso a la educación y a la ciencia. Art. 70: Hace referencia al deber del estado de promover la ciencia y la cultura. Art. 71: La ciencia debe ir incluida dentro de los planes de desarrollo	La educación en ciencias es un derecho de los colombianos, un deber del Estado.
Ley 115, ley general de la educación	Art. 7: [Es un fin de la educación] el acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y demás bienes y valores de la cultura, el fomento de la investigación. Art. 30: Es obligación en la educación media la profundización en conocimientos avanzados de las ciencias naturales. Art. 31: Define las asignaturas obligatorias para la educación media y la profundización en conocimientos avanzados de las ciencias naturales. Arts 72-79: establecen todo lo referente al currículo y plan de estudios.	La propuesta recoge todos los saberes previos de la educación básica y secundaria
Lineamientos curriculares en ciencias naturales	Segunda parte: implicaciones pedagógicas y didácticas	La propuesta es una metodología de enseñanza-aprendizaje enmarcada en los lineamientos curriculares para ciencias naturales. En el campo del lenguaje de las ciencias.
Derechos básicos de aprendizaje para grado décimo	Grado décimo, numeral 3, comprende que los diferentes mecanismos de reacción química (oxido-reducción, descomposición, neutralización y precipitación) posibilitan la formación de compuestos inorgánicos.	La enseñanza de las reacciones REDOX está enmarcada dentro de los derechos básicos de aprendizaje.

Estándares básicos por competencia	Grados 10-11: - Identifico cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente. - Explico los cambios químicos desde diferentes modelos. - Realizo cálculos cuantitativos en cambios químicos.	Las reacciones REDOX se contemplan en los estándares por competencias de los grados 10-11 como cambios químicos
Fundamentación conceptual área de ciencias naturales	Establece la estructura para la evaluación del área de ciencias naturales para Pruebas Saber	Reacciones químicas, entre ellas las reacciones redox, se evalúan en las pruebas de estado.
Expedición currículo	Grado décimo, periodo cuatro Procesos químicos – CTS - Verifico el efecto de presión y temperatura en los cambios químicos. - Explico cambios químicos en la cocina, la industria y el ambiente.	En el marco local, se contempla la enseñanza de procesos químicos
PEI Institución Educativa Antonio Ricaurte	La educación en ciencias naturales tiene por objetivo construir un pensamiento crítico y científico, el cual permita el desarrollo de una teoría del mundo natural dentro del contexto de un proceso de desarrollo humano integral, equitativo y sostenible por medio de ejecución de actividades que le proporcione al estudiante una concepción de sí mismo y de sus relaciones con la sociedad y la naturaleza armónica y preservando la vida en el planeta para mejorar y mantener adecuada calidad de vida.	La propuesta contribuye al desarrollo del pensamiento y las competencias científicas.
Plan de estudios para el área de ciencias naturales grado décimo	- Reacciones químicas - Reacciones redox	El tema de la propuesta de enseñanza está contemplado dentro del plan de estudios de la institución

## 2.5 Referente espacial

Este trabajo se desarrolla en la Institución Educativa Antonio Ricaurte, una institución de carácter oficial, ubicada en el barrio Belén Rincón de la comuna dieciséis de la ciudad de Medellín. Esta institución pertenece al núcleo educativo 935, atiende población de estrato socio económico uno, dos y tres. Su misión es ser una institución comprometida con la orientación desde la diversidad y la inclusión, en la formación de líderes humanos, científicos, éticos, culturales y sociales. Cuenta con una población de novecientos estudiantes desde transición hasta grado once, con dos jornadas y treinta profesores. Además, cuenta con media académica y media técnica en el área de diseño y desarrollo de software. De su infraestructura

física resaltan trece aulas de clase, área administrativa, sala de profesores, servicios sanitarios, biblioteca, restaurante escolar, tienda, laboratorio, dos salas de informática, auditorio, patio cubierto y cancha.

En la actualidad la comuna dieciséis y, específicamente, Belén Rincón, tiene una población joven que sufre las consecuencias de una época que trasgrede las leyes y los valores humanos fundamentales. Ante esta problemática, la institución se ha propuesto día a día reconstruir y formar un ciudadano que al menos valore su propia vida y la de los otros. Lo cierto es que Medellín padece desde hace varios años una violencia compleja y difícil, es una ciudad dolida y estigmatizada por el signo de la violencia, donde los jóvenes, desde la década de los ochenta, han sido víctimas y victimarios, pero también líderes en el ámbito social y cultural.

El PEI de la institución está construido con una perspectiva humanista desarrollista y entre sus pilares fundamentales están:

- La interculturalidad: concebida como los vínculos establecidos entre los diferentes grupos culturales y sociales a través del proceso dialéctico y el respeto por el otro.
- La diversidad: entendida como la singularidad que habita a cada sujeto.
- El trabajo colaborativo: entendido como el conjunto de actividades de enseñanza y realización de labores educativas basadas en la creencia de que el aprendizaje y la convivencia, se incrementan cuando se desarrollan destrezas cooperativas que nos permiten encontrar la solución a los problemas y acciones educativas en las cuales se está inmerso.
- La trascendencia: concebida como la posibilidad que alberga cada sujeto de ampliar su horizonte a través del conocimiento empírico, espiritual, científico, cultural y social.
- La solidaridad: concebida como la capacidad que permite reconocer a cada uno su dignidad y valor intrínseco como persona. La solidaridad parte de la premisa: “mi desarrollo como persona no es posible sin la presencia, el apoyo, el afecto y la ayuda a los demás”. El pluralismo y la aceptación (como superación de la tolerancia) son las bases imprescindibles para que surja la solidaridad sobre la base del respeto.

- La equidad: concebida desde las relaciones interpersonales, consiste en dar un trato igual a todos respetando las diferencias individuales.

## **Capítulo III. Diseño metodológico**

### **3.1 Enfoque**

Este trabajo está basado en el modelo de la Investigación Acción Educación (IAE), donde por IAE se entiende un proceso investigativo que parte de la reflexión sistemática de la práctica educativa con el fin de optimizarla y mejorarla. Esta es una forma de entender la enseñanza, no solo de investigar sobre ella.

La IAE es una variante de la investigación cualitativa que tiene sus orígenes en una metodología diseñada por el psicólogo social Kurt Lewin en la década de los cuarenta. Lewin concibe la investigación-acción como una actividad colectiva que llevan a cabo un grupo o comunidad de personas que tienen como objetivo el bien común y que no distinguen entre lo que se investiga, quién lo investiga y el proceso de investigación (Gómez, 2002). Inicialmente este tipo de investigación se aplicó a los campos del saber relacionados con las ciencias sociales en general.

En 1953 Corey y otros profesores del Teachers College Columbia University escribieron un libro sobre el uso de la investigación-acción para mejorar las prácticas escolares. Se concibió este método como aquellos procesos investigativos tendientes a reflexionar la práctica pedagógica y mejorarla. La IAE como método investigativo se concreta con los aportes de Elliot (2000), según estos investigadores, la docencia, la observación y la investigación sobre la docencia no pueden ser ejercidas por personas diferentes a maestros e investigadores. Se propone entonces conjugar los tres roles: observador, investigador y maestro en una sola figura.

En este desarrollo aparecen dos conceptos clave que son la teoría y el saber pedagógico. Se entiende como saber pedagógico el conocimiento adquirido por los maestros en su práctica cotidiana. No necesariamente el saber pedagógico coincide con la teoría, de hecho en muchas ocasiones el maestro debe tomar distancia de la teoría y deconstruir su práctica. Cuando este saber pedagógico se sistematiza puede pasar a formar parte de los referentes teóricos. Cuando se indaga sobre la práctica, se comprende y se

reflexiona sobre ella, se abre el camino para su transformación, el diseño de nuevas estrategias y procedimientos para mejorarla. Esto se enmarca en el paradigma sociocrítico, el cual se ocupa principalmente de estudiar la realidad como praxis uniendo la teoría y la práctica utilizando el conocimiento, lo que incluye una participación amplia de los sujetos en los procesos investigativos y orienta el conocimiento hacia la emancipación y liberación del ser humano.

El paradigma sociocrítico, según Arnal (1992), a quien cita Alvarado y García (2008), adopta la idea de que la teoría crítica es una ciencia social que no es puramente empírica ni solo interpretativa; sus contribuciones se originan de los estudios comunitarios y de la investigación participativa, tiene como objetivo promover las transformaciones sociales para dar respuesta a problemas específicos presentes en el seno de las comunidades, pero con la participación de sus miembros.

### **3.2 Método**

Esta propuesta de intervención se enmarca en los parámetros sugeridos para el proceso de Investigación Acción Educación (IAE) y se lleva a cabo en las fases que se exponen a continuación.

#### **3.2.1 Diagnóstico**

En esta primera fase a partir de la práctica se identifica el problema, se plantea la pregunta y se establecen unos objetivos. Acto seguido se evalúan las diferentes metodologías existentes en el campo de la enseñanza de la química, específicamente la enseñanza de las reacciones redox y se propone diseñar una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS).

#### **3.2.3 Diseño**

En esta fase se realiza una revisión bibliográfica en busca de los antecedentes pedagógicos y disciplinarios relacionados con la enseñanza del tema en cuestión. Posterior a esto se diseña la estrategia de intervención que incluye un conjunto de

actividades, un diagnóstico de conocimientos previos y el conjunto secuencial de actividades a realizar.

### **3.2.3 intervención**

Aquí se aplican los pasos de la secuencia de acuerdo con el cronograma establecido.

### **3.2.4 Fase de evaluación**

Se revisan las evidencias obtenidas durante la intervención, se sacan las respectivas conclusiones y se realizan las recomendaciones pertinentes para una aplicación eficiente de la propuesta.

## **3.3 Instrumentos para recolección de información**

En el desarrollo de las propuestas se tendrán en cuenta los siguientes instrumentos para recolección de intervención:

- Talleres introductorios: talleres de naturaleza lúdica que tienen como objetivo la evocación de conceptos previos.
- Mapas mentales: evidencias para la toma de apuntes en clase y de análisis de videos y demostraciones.
- Mapas conceptuales: elaborados por los estudiantes a partir de los talleres introductorios y los mapas mentales.
- Diagramas de flujo: gráficos secuenciales donde se describen los experimentos y demostraciones.
- Gráficos: ilustraciones acerca de procesos, lo que incluyen imágenes y descripción del proceso.
- Preinformes: formularios prediseñados que sirven como evidencia de trabajo en el laboratorio.
- Informes de laboratorio: informes escritos donde se describe un experimento o demostración e incluye marco conceptual, desarrollo del experimento y conclusiones.
- Gráficos en V: para la solución de situaciones problema.



- Posters: carteleras donde el estudiante expone una situación o un tema propuesto.
- Organizadores tipo CQA: herramienta para el análisis de documentos propuestos para análisis en clase.
- Evaluaciones individuales.

### **3.4 Población y muestra**

La estrategia se lleva a cabo con los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Antonio Ricaurte, una población entre los 14 y 16 años de edad. La muestra que se tiene en cuenta para el desarrollo de la propuesta son veinte estudiantes escogidos al azar entre los dos grupos de grado décimo de la institución.

### **3.5 Impacto esperado**

Se espera que con la aplicación de la propuesta se impacte significativamente sobre el aprendizaje de la química en los estudiantes y que, a partir de la aplicación de la UEPS, se logre un aprendizaje significativo de los diferentes conceptos relacionados. Que el estudiante aprenda a interpretar situaciones, a indagar sobre los fenómenos químicos y a utilizar el lenguaje propio de la química como ecuaciones, símbolos y diagramas para solucionar y explicar las diferentes situaciones problemas que se le presenten. Se espera que el estudiante desarrolle habilidades para el trabajo cooperativo, que aprenda a escuchar y a debatir con sus pares para construir con ellos significados y adquisición de nuevos conocimientos.



## Capítulo IV. Desarrollo de la propuesta

### 4.1 Selección de los estudiantes

La propuesta se desarrolla con los estudiantes del grado décimo de la institución a quienes se les solicitó su consentimiento para participar en el proyecto. No fue posible seleccionarlos como estaba planeado, aunque hubiese sido una muy buena opción, por la dificultad para la disponibilidad de tiempo y de aulas. Aunque esto lleva consigo las dificultades propias de la heterogeneidad del grupo y las dificultades disciplinarias, también permite evaluar qué tan efectiva es la propuesta al ser utilizada en grupos numerosos que son la realidad que presenta en la institución. Otra dificultad encontrada es la intensidad horaria para esto grupos, la cual es de dos horas semanales cada semana y que, por ende, dificulta la continuidad de la propuesta.

### 4.2 Intervención

#### 4.2.1 La evaluación de conocimientos previos disciplinares

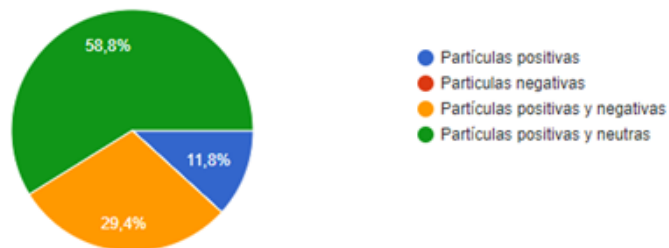
En esta primera etapa se realizó una prueba donde se evaluaron los conceptos básicos que los estudiantes deben tener antes de comenzar a estudiar las reacciones redox. Entre ellos están los conceptos de modelos atómicos: protón, electrón, neutrón, carga, ion, cationes, aniones, entre otros. Esta primera fase se llevó a cabo previa al primer encuentro mediante una evaluación publicada a través de Google Drive y la cual se encuentra en el anexo 1. Los resultados de esta primera evaluación dejaron ver los vacíos conceptuales que los estudiantes tienen en los aspectos básicos de la teoría atómica.

#### 4.2.2 Resultados conocimientos previos disciplinares

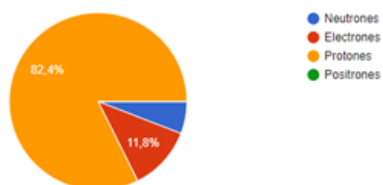
Al aplicar la prueba diagnóstica a los estudiantes —**presente en el anexo 1**— se pudo constatar que en la primera pregunta acerca de la composición del núcleo y la ubicación de las cargas en el átomo se puede ver como aún existe confusión en la distribución de cargas en el átomo. Un 42% aún no tienen clara la distribución de

electrones y protones en el átomo. Esto se ve reflejado en las respuestas a las preguntas uno y dos.

#### 1. En el núcleo se encuentran

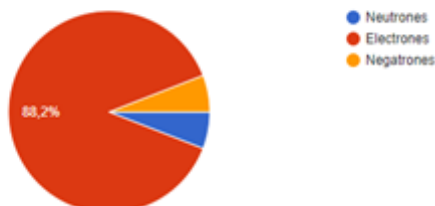


#### 2. Las partículas positivas se llaman



#### 3. Las partículas de carga negativa se llaman

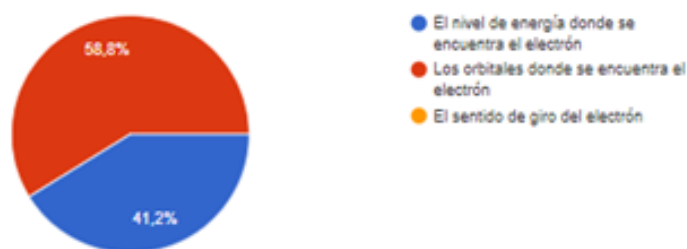
1



*Figura 1.* Resultados de las preguntas uno, dos y tres sobre los conocimientos previos. Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la distribución electrónica se encontró que existe confusión sobre el significado de la configuración electrónica:

#### 4. Las letras S y P representan



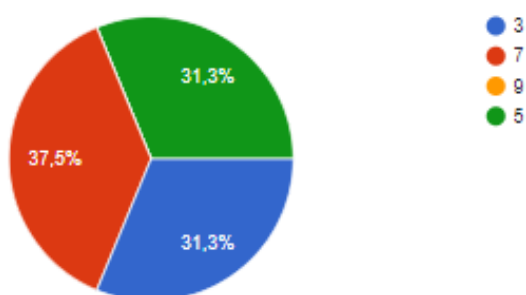
*Figura 2.* Resultados de la pregunta cuatro sobre los conocimientos previos. Fuente: elaboración propia.

5. Los números 2,2 5 que están como súper índices en esta configuración representan:



6. Los electrones de valencia que tiene este elemento son:

16 respuestas



*Figura 3.* Resultados de la pregunta cinco y seis sobre los conocimientos previos. Fuente: elaboración propia.

Curiosamente, aunque existe confusión en la interpretación de la configuración electrónica, se encontró que la mayoría de los estudiantes tienen claro la importancia de los electrones de valencia:

7. Los electrones de valencia son importantes porque

17 respuestas



*Figura 4.* Resultados de la pregunta siete sobre los conocimientos previos. Fuente: elaboración propia.

*Interpretación de fórmulas químicas.*

Al darles a los estudiantes la fórmula química del ácido sulfúrico se encontró:

- Más del 90% de los estudiantes identifica los símbolos de la fórmula como elementos de la tabla periódica y más del 70% incluso los identifica con sus nombres.
- Solo un 30% de los estudiantes identifican el subíndice como el número de átomos en la molécula.
- Existe gran confusión en el significado de los subíndices.
- Se usa de forma indiferente los términos de mol, molécula.
- Les resulta más fácil a los estudiantes entender el significado de los subíndices cuando están al final de la molécula como en el caso del 4 del oxígeno.

*Estructura química.*

Al presentarse el modelo de una molécula de agua se encontró:

- El 88% de los estudiantes comprende cómo se representa un enlace.
- Los estudiantes no conocen el concepto de electrones libres.
- Solo el 52% comprende que un enlace sencillo está formado por un par de electrones.

*Concepto de carga.*

Al indagar por el concepto de carga se obtiene:

- El 75% de los estudiantes comprenden el concepto de neutralidad.
- El 35% de los estudiantes asumen que la molécula tiene carga, pero no distinguen entre la carga positiva y negativa.
- Más del 90% de los estudiantes no comprenden el concepto de carga en el contexto del átomo.

*Reacción química.*

En general el 80% de los estudiantes no tienen claro el concepto de reacción química ni comprenden la forma de representarlas.

### 4.2.3 Encuentros

El desarrollo de la propuesta se llevó a cabo en tres encuentros de dos horas cada uno.

#### 4.2.3.1 Primer encuentro: un acercamiento al fenómeno electroquímico.

El primer encuentro se dividió en cuatro secciones. En una primera sección se comenzó con una exposición magistral acerca de la teoría atómica y los conceptos de protón, electrón, neutrón, núcleo, carga, enlace y reacción y se hizo énfasis en las debilidades detectadas en la evaluación diagnóstica, luego se hizo una evaluación individual para confirmar que se habían aclarado los conceptos (esta evaluación se presenta en el anexo 2). Posterior a esto, en una segunda sección, los estudiantes se dividieron por grupos y se les formularon una serie de preguntas relacionadas con su conocimiento empírico sobre las baterías: ¿qué es una pila?, ¿para qué sirve una pila?, ¿cómo funciona una pila?, ¿cuál es la diferencia entre una pila y una batería?, ¿qué significa que una batería es recargable?, ¿por qué se acaban las pilas?, ¿qué es un circuito eléctrico? Una vez realizado el ejercicio se socializaron las respuestas en mesa redonda donde se discutieron las respuestas de los estudiantes.

#### 4.2.3.2 Resultados evaluación de conocimientos previos

Tabla 4

*Análisis de respuestas de los estudiantes a la evaluación de conocimientos previos*

Pregunta	Términos destacados en las respuestas de los estudiantes	Análisis de las respuestas
¿Qué es una pila?	-Fuente de carga. -Fuente de energía. -Almacenamiento de energía.	Se identifica la pila como dispositivo que almacena energía o carga. No se hace distinción entre los dos términos.
¿Para qué sirve una pila?	Aspectos destacados: -Hacer funcionar objetos. -Dar energía. -Transportar energía sin necesidad de fuente fija (enchufe). -Transmitir energía.	Se identifica la energía como capacidad de llevar a cabo una acción. No se identifica el término trabajo.

<b>¿Cuál es diferencia entre pila y batería?</b>	Aspectos destacados -La batería es recargable. -La batería dura menos. -La pila pierde su carga.	Se puede ver el conocimiento empírico que los estudiantes tienen de las baterías de sus aparatos electrónicos como celulares.
<b>¿Cómo funciona una pila?</b>	Aspectos destacados: -Funcionan por flujo de electrones. -Dándole carga a los objetos.	Identifican el movimiento de cargas como el origen de la energía.
<b>¿Qué relación tiene la química con las baterías?</b>	Aspectos destacados -Por las cargas. -Porque la energía la proporcionan los electrones que son parte de los químicos. -Todo lo referente a electrones y los protones y los átomos.	Se identifican los electrones como componentes de los átomos.
<b>¿Qué es un circuito?</b>	Aspectos destacados -Una fuente de poder donde se conecta la batería. -Una red eléctrica. -Algo que se repite.	No se tiene claro el concepto, pero se identifica el hecho de que es algo continuo (que se repite).
<b>¿Qué es voltaje?</b>	Aspectos destacados -Cantidad de energía -Nivel de energía -Diferencia de potencial	Se relaciona el voltaje con energía.
<b>¿Cuántos tipos de carga hay?</b>	Los estudiantes en su totalidad identifican la carga positiva, negativa y neutra	Se tiene claridad sobre los tipos de cargas.
<b>¿Qué significa oxidación y reducción?</b>	Solo uno de los grupos identifica la oxidación y la reducción como un tipo de reacción química, pero no está claro en que consiste.	No se tiene claro la relación de estos términos con reacciones químicas.
<b>¿Qué significa que la pila tiene energía para realizar un trabajo?</b>	Solo un grupo relaciona trabajo con una acción como prender un bombillo o accionar un control.	No se tiene clara la definición física de trabajo.
<b>¿Por qué se acaba una pila?</b>	Aspectos destacados -Porque se acaba su energía. -Por falta de electrones. -Porque se le acaba la carga. -Porque los átomos ya no tienen electrones.	Se tiene claro el flujo de cargas con la energía.

En una tercera sección se procedió a realizar una serie de experimentos sobre el funcionamiento de un circuito y la construcción de una celda electroquímica utilizando materiales caseros como vasos desechables, pitillos, agua, sal, cable telefónico, pilas y gelatina sin sabor. Para este trabajo y debido a que el grupo era muy numeroso, se utilizó la modalidad de carrusel con varias estaciones. En estas estaciones se montaron de forma simultánea los siguientes experimentos:



*Experimento 1. Funcionamiento de un circuito eléctrico.*

Consiste en el funcionamiento de un circuito eléctrico sencillo, por lo que se tomaron un par de pilas de 1,5 voltios cada una en una porta pilas y se soldaron a ella dos cables y se conectó un led como indicador de paso de corriente como se puede observar en la Figura 5. El objetivo de este experimento es mostrar como circula la corriente a través del circuito encendiendo el bombillo. Los estudiantes tuvieron la oportunidad de manipularlo y comprobar cómo funcionaba. También se pudo medir el voltaje y comprobar que dos pilas de 1,5 conectadas en serie dan un voltaje de 3 V. Se explicaron en esta estación los conceptos de circuito, voltaje, corriente, circuito abierto y circuito cerrado y la vez se explicó el funcionamiento del multímetro para medir corriente y voltaje.

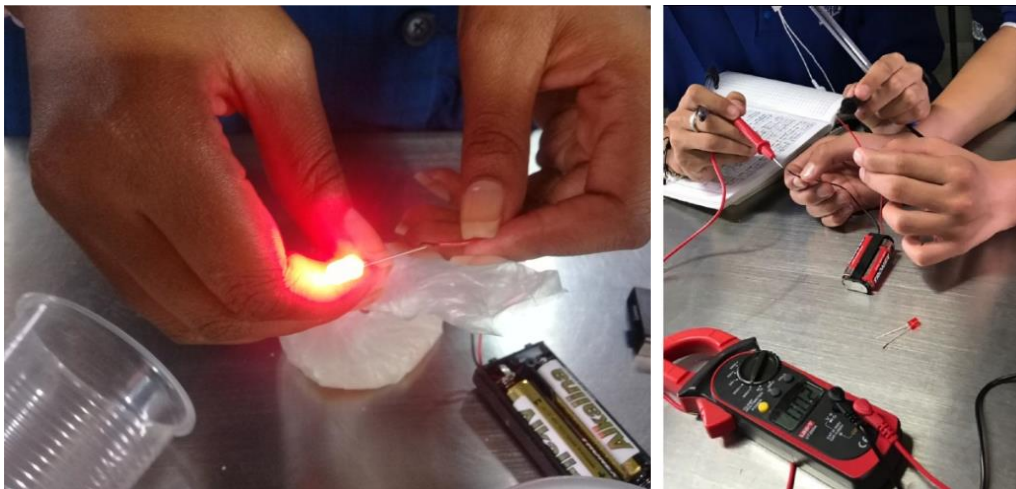
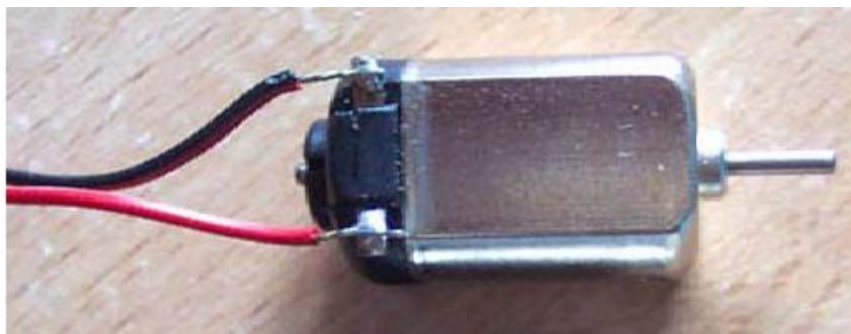


Figura 5. Circuito básico porta pilas + led. Fuente: fotografías propias.

*Experimento 2. Concepto de trabajo.*

Se introdujo el concepto de trabajo agregando un motor eléctrico al circuito como se muestra en la Figura 6. Con este sencillo experimento se explicó el concepto de carga eléctrica, voltaje, trabajo, corriente, circuito.



*Figura 6. Motor eléctrico. Fuente: fotografía propia.*

*Experimento 3. ¿Puede el agua reemplazar un cable conductor?*

Se llenó un vaso desechable con agua de la llave y se preguntó a los estudiantes sobre qué pasaría si se introducía las dos terminales del circuito al agua. Se realizó la discusión y se procedió a introducir los extremos del circuito armado en el experimento 1, como se muestra en la Figura 7.



*Figura 7. Conductividad del agua. Fuente: fotografía propia.*

*Experimento 4: La sal cambia las propiedades eléctricas del agua.*

Al vaso que se utilizó en el experimento 2 se agregó una cucharada de sal de cocina y se repitió el experimento 2. Con este experimento se explica el concepto de electrolito, iones y cargas.



*Figura 8. La sal como electrólito. Fuente: fotografía propia.*

*Experimento 5: ¿Cómo se comporta la sal sola?*

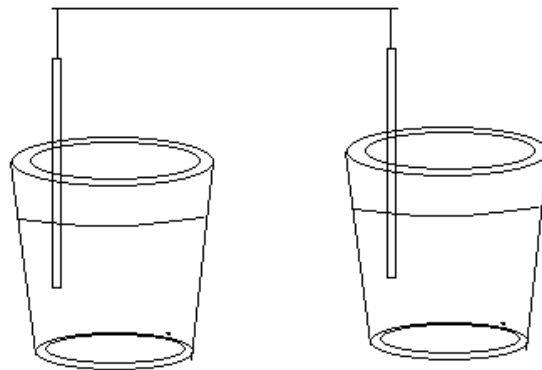
Una vez se observa como la sal disuelta conduce la electricidad se procede a repetir el experimento introduciendo las terminales en la bolsa de sal sólida. Con este experimento se explica el papel del agua como vehículo para separar las cargas mostrando así sus características dieléctricas.

*Experimento 6: La sal y el azúcar son muy parecidas.*

Se plantea a los estudiantes la posibilidad de cambiar la sal en el experimento 3 por azúcar debido a su parecido en la forma física. Después de escuchar las diferentes opiniones se procede a repetir el experimento 3 con azúcar y se observan los resultados. En los experimentos 2-5 se trabajan los conceptos de ion, electrolito, solución, disociación, enlace iónico, enlace covalente.

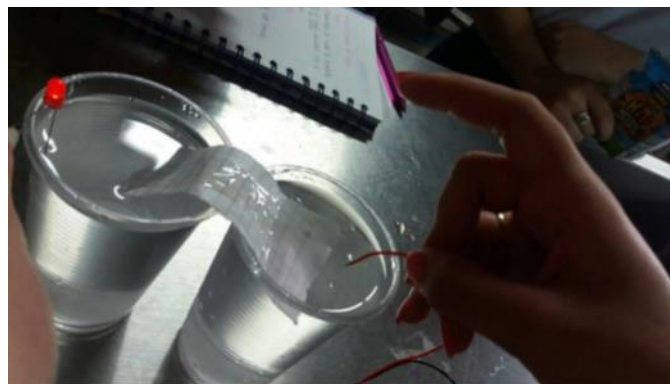
*Experimento 7: El puente salino.*

Celda sin puente salino: Se colocan 2 vasos desechables con agua y sal y se introducen las terminales del circuito en cada uno de los vasos. Se observa como el led permanece apagado. Se pide a los estudiantes comparar este sistema con el experimento 1 de circuito simple y analizar por qué el bombillo no enciende.



*Figura 9.* Celda sin puente salino. Fuente: elaboración propia.

Puente salino: Se procede a preparar una solución salina a la cual se le agregan dos cucharadas de gelatina sin sabor hasta convertirla en un gel. Se corta un pedazo de papel y se impregna con él. Se introduce formando un puente entre los dos vasos y se puede ver como el led enciende completamente. En este experimento se trabajan los conceptos de puente salino y celda electrolítica.



*Figura 10.* Celda con puente salino

*Evaluación de la actividad:*

En los mismos grupos que vienen trabajando se solicita que se entregue un preinforme sobre las observaciones de los experimentos. Se solicita llevar para el siguiente encuentro un informe de acuerdo al formato del anexo donde se incluyen preguntas concretas que deben consultar. Para la entrega del informe se usó la plataforma Moodle.

**4.2.3.3 Segundo encuentro: la celda electroquímica**

El segundo encuentro se divide en tres secciones: en la primera sección se realiza la introducción y presentación del tema donde se discuten los resultados del laboratorio anterior. La introducción se plantea con base en la actividad evaluativa del primer encuentro haciendo énfasis y corrigiendo los errores conceptuales detectados en la primera actividad.

*Parte experimental: construyo mi celda electroquímica.*

Como actividad inicial cada grupo de trabajo construye una celda electroquímica como la de [a<sub>a7</sub>] 12 y comprueban su funcionamiento repitiendo el experimento 5.

*Experimento 1. La celda galvánica.*

Primero se analizan las reacciones del cobre en solución con el hierro y el zinc para observar cómo la reacción se da de forma espontánea. Una vez observada la reacción se arma la celda de Daniell, como se ve en la Figura 11. Se procede a llenar los compartimentos de las celdas con una solución 1M de sulfato de cobre y una solución 1M de sulfato de zinc respectivamente. Con lo que se armó el circuito de la Figura 11





Figura 11. Reacción del sulfato de cobre con el zinc. Fuente: fotografías propias.

*Experimento 2. La celda electroquímica: ¿electrólisis del agua, por qué no funciona mi celda?*

Para el experimento 2 se realiza el montaje utilizando 2 electrodos de grafito que se extraen de 2 minas de lápiz, una fuente de 12 voltios y 3 amperios de acuerdo con la Figura 12.

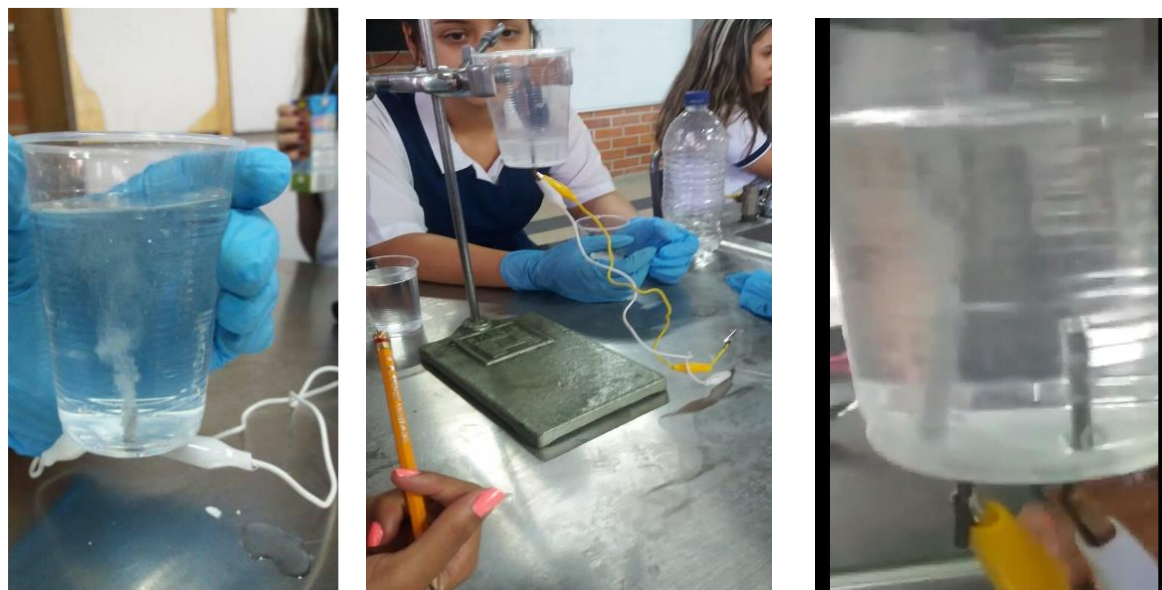


Figura 12. Celda electrolítica. Fuente: fotografías propias

*Evaluación de la actividad*

En grupos de trabajo se les entrega la guía del anexo 3 se pide que realicen los modelos de las celdas construidas y que expliquen en sus palabras cómo funcionan y las diferentes sustancias que participan en las dos reacciones. Adicional a esto se pide responder las preguntas problematizadoras: ¿por qué la primera celda no requiere de una batería ni una fuente?, ¿qué gases se producen en cada uno de los electrodos? ¿Cuáles fueron los voltajes medidos en cada una de las celdas?

**4.2.3.4 Tercer encuentro: reacciones redox, modelos y ecuaciones**

En este encuentro se hace una exposición magistral donde se plantean las reacciones químicas que ocurren en cada electrodo, el concepto de semi-reacción y el balanceo de la ecuación. El potencial de reducción de las especies.

*Evaluación.*

En grupos se realiza un mapa conceptual a partir de los conceptos clave. Adicional se pide elaborar un poster donde se expliquen los diferentes experimentos y los resultados obtenidos.

## Capítulo V. Análisis y Conclusiones

Respecto a la fase experimental se notó una gran aceptación por parte de los estudiantes, se realizó el trabajo en el tiempo programado y se entregaron los preinformes. La metodología de carrusel fue muy acertada para optimizar el tiempo y los recursos. Aunque la institución cuenta con un laboratorio, todo el trabajo realizado se pudo haber llevado en cualquier espacio, ya que los materiales utilizados y las prácticas en sí no requerían de equipos ni reactivos especiales.

A pesar de entregar a los estudiantes preguntas orientadoras concretas, se presentaron dificultades con los informes ya que la facilidad e inmediatez de las consultas virtuales hace que los estudiantes copien de páginas en internet sin filtrar la información y por tanto no se logra que realmente complementen el trabajo por su cuenta. Se pudo evidenciar cómo la información requerida fue transcrita tal cual, sin tener en cuenta los referentes y en algunas ocasiones sin cambiar ni siquiera el formato de la letra.

En cuando al aprendizaje significativo, se pudo evidenciar que los estudiantes desarrollan habilidades para describir un fenómeno de manera gráfica, a la vez que están en capacidad de crear sus modelos y describirlos con palabras utilizando el lenguaje propio de la disciplina. Como en el caso que presento a continuación:

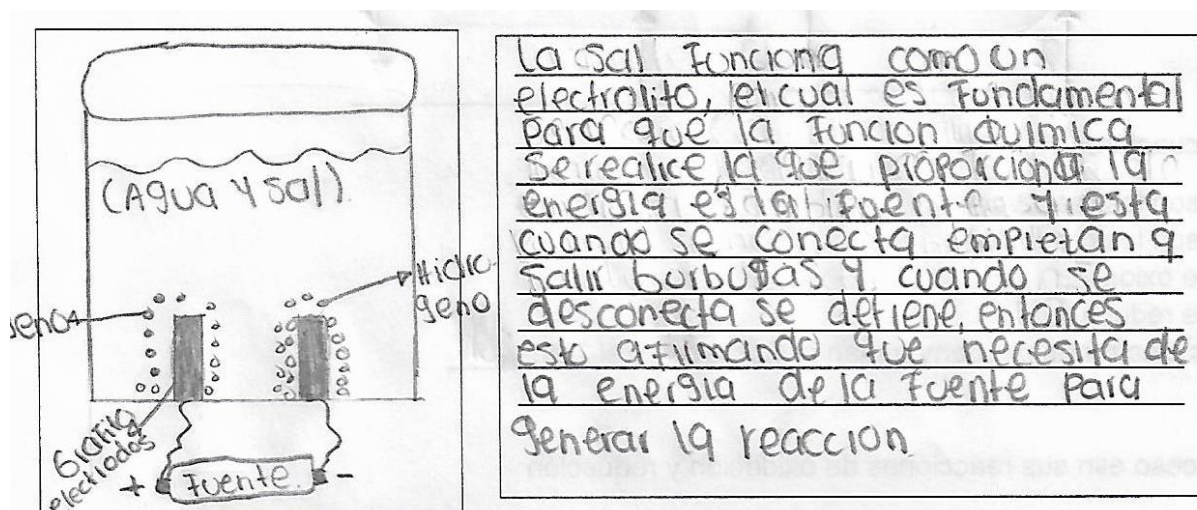
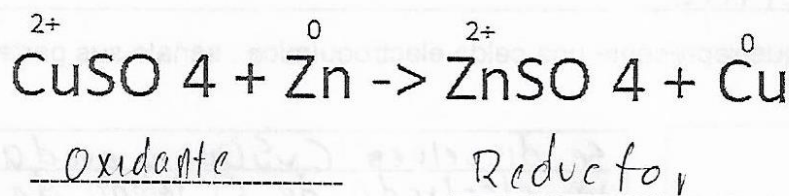


Figura 13. Descripción de celda electrolítica realizada por estudiante.



En la Figura 13 se puede apreciar la descripción del fenómeno, los gases que se producen, la función del electrolito y la fuente de energía. Se puede notar cómo el estudiante logra diferenciar los polos positivo y negativo en la fuente. También se puede notar que no representa las cargas del electrolito. Utilizan de manera adecuada la simbología para representar reacciones químicas, cargas eléctricas, semireacciones, etc.

7. En la siguiente ecuación:



Señale en la ecuación:

- Cuales son los reactivos  $\text{CuSO}_4 + \text{Zn}$
- Cuales son los productos  $\text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$
- Quien se oxida  $\text{Zn}$
- Quien se reduce  $\text{Cu}$
- Cuantos electrones pierden y ganan el Cobre  $-2$  y el Zinc  $+2$

Figura 14. Respuesta típica de estudiantes en el manejo de la simbología.

En la Figura 14 se puede ver que el estudiante identifica reactivos y productos, el elemento que se oxida y el que se reduce, sin embargo, se puede ver dificultad cuando se pregunta por los electrones perdidos o ganados, según lo describe el estudiante, los electrones cambian de carga cuando se ganan o se pierden. Por ejemplo, dicen que el cobre pierde  $-2$  y el zinc gana  $+2$ . Otro aspecto interesante es que no logra discernir que oxidante y reductor deben estar al mismo lado de la ecuación. Los estudiantes identifican los procesos de oxidación-reducción como procesos de transferencia de electrones y lo expresan a través de semireacciones

8. divida el proceso en sus reacciones de oxidación y reducción

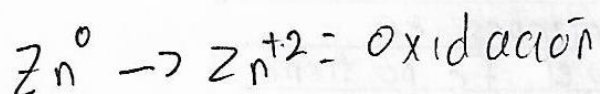
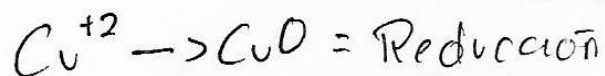


Figura 15. Planteamiento de semireacciones.

En la Figura 15 se puede ver que el estudiante logra separar de la reacción inicial los elementos individuales. Se presenta dificultad para la comprensión de las celdas galvánicas ya que el proceso no es tan evidente para los sentidos como el caso de las celdas electrolíticas. Se evidenció una gran dificultad por parte de los estudiantes para desarrollar mapas conceptuales, una de las razones fue que en su asignatura de español se les enseñó una manera diferente a la metodología planteada en clase.

Como recomendación destaco que en la parte experimental sería de gran ayuda realizar previamente la práctica con algunos estudiantes que más tarde puedan servir como auxiliares o encargados de cada una de las estaciones, ya que es difícil manejar un grupo tan numeroso cuando están realizando actividades distintas en los diferentes puestos de trabajo.

También se recomienda realizar un trabajo transversalizado con la asignatura de lengua castellana en la elaboración de mapas conceptuales antes de aplicar esta UEPS. La falta de unidad de criterios crea confusión entre los estudiantes. Se debe hacer mucho énfasis en la importancia de la tarea investigativa que lleva el estudiante de forma individual. Se debe complementar con eventos evaluativos para motivar la lectura crítica y una buena selección de la información. Debe haber una mayor intensidad horaria de la asignatura de química o por lo menos repartirla en 2 días de la semana porque un tema de la complejidad de las reacciones redox no conviene tratarlas solo una vez por semana.

Por último, en términos generales se considera que el desarrollo de esta estrategia aporta significativamente al aprendizaje de los conceptos básicos de oxidación-reducción, ya que se aplican con éxito los principios planteados para el

desarrollo de la propuesta como el abandono del libro de texto, la reducción del uso de la pizarra y el fortalecimiento de la interacción social.

## Capítulo VI. Referencias

- Alcaraz, D. F. (2014). *Diseño de una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS) con enfoque humanístico, para el aprendizaje de estructuras moleculares por parte de estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Rural Agrícola del Municipio de San Jerónimo (Antioquia-Colombia)* (tesis de maestría). Universidad Nacional, Medellín, Colombia.
- Alvarado, L., & García, M. (2008). Características más relevantes del paradigma socio-crítico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 9(2), 17.
- Ausubel, D. P (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva*. Barcelona, España: Paidós.
- Bastidas, J. G. (2013). *Diseño e implementación de una unidad de enseñanza potencialmente significativa para la enseñanza y el aprendizaje de la configuración electrónica en grado décimo mediante las nuevas tecnologías: estudio de caso en la Institución Educativa Montecarlo-Guillermo Gaviria Correa, del municipio de Medellín* (tesis de maestría). Universidad Nacional, Medellín, Colombia.
- Brandriet, A. R., & Bretz, S. L. (2014). The development of the redox concept inventory as a measure of students' symbolic and particulate redox understandings and confidence. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1132-1144.
- Culzoni, C., Alegre, L., y Fornari, J. (2015). Unidad educativa potencialmente significativa para la enseñanza de sonido incorporando TICS. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(2), 709-715.
- De Jong, O. (1996). La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la química: nuevos enfoques. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(3), 279-288.
- Elliot, J. (2000). *La investigación-acción en educación*. Madrid, España: Ediciones Morata, S. L.

- Galagovsky, L. R., Rodríguez, M. A., Stamati, N., y Morales, L. F. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje de concepto de “reacción química” a partir del concepto de “mezcla”. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 21(1), 107-121. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=305450&orden=46962&info=link>
- Garduño, G. y Vierna, L. (2005). Propuesta didáctica para el aprendizaje significativo de procesos redox en compuestos orgánicos. *Enseñanza de las Ciencias*, (extra), 1-3.
- Gómez, B. R. (2002). Una variante pedagógica de la investigación-acción educativa. *Revista Iberoamericana de educación*, 29(1), 1-10.
- Gómez, D. P. (2013). *Construcción de una unidad de enseñanza potencialmente significativa para el aprendizaje de la estequiometría orientada al grado décimo del Colegio Campestre Horizontes* (tesis de maestría). Universidad Nacional, Medellín, Colombia.
- Gómez, J. H. (2012). *Diseño de una unidad didáctica como estrategia para abordar la enseñanza-aprendizaje de las leyes de los gases ideales en el grado 11 de la I.E INEM “José Félix de Restrepo”* (tesis de maestría). Universidad Nacional, Medellín, Colombia.
- Insausti, L. y Echavarría, 2013 (2013). Ver para creer: un nuevo enfoque en el aprendizaje de los procesos redox. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 1778-1783. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307458>
- Ministerio Educación Nacional de Colombia (1998). *Serie lineamientos curriculares. Ciencias naturales y educación ambiental*. Recuperado de [https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-339975\\_recurso\\_5.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-339975_recurso_5.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2004). *Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales*. Recuperado de [https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-81033\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf)

- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2016). *Derechos básicos de aprendizaje en Ciencias Naturales*. Recuperado de <http://www.iedar.edu.co/DBA/DBA%20CIENCIAS%20NATURALES.pdf>
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. *Actas del encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo, Burgos, España*. 19-44. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubesp.pdf>
- Moreira, M. A. (2002) La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. *Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 1-28. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/vergnaudespanhol.pdf>
- Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico (Critical meaningful learning). *Indivisa. Boletín de estudios e Investigación*, (6), 83-102. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77100606>
- Moreira, M. A. (Septiembre de 2006). Aprendizaje significativo: de la visión clásica a la visión crítica. *Conferencia de cierre del V Encontro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, Madrid, España*. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/visionclassicavisioncritica.pdf>
- Moreira, M. A. (2010). ¿Por qué conceptos ? ¿Por qué aprendizaje significativo ? ¿Por qué actividades colaborativas? *Quirriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa*, 23, 9-23.
- Moreira, M. A. (2011). Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS (Potentially Meaningful Teaching Units – PMTU). *Aprendizagem Significativa em Revista (Meaningful Learning Review)* 1(2), 43-63.
- Moreira, M. A., Greca, I. M., y Palmero, M. L. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 2(3), 37–57.
- Pérez, N. (2016). *Teoría redox mediante aprendizaje basado en problemas* (tesis de maestría). Universidad de Valladolid, Valladolid, España.
- Pontes, A., Ariza, L., Serrano, R., y Sánchez, F. (2011). Interés por la docencia entre aspirantes a profesores de Ciencia y Tecnología al comenzar el proceso de

formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(2), 180-195.

Postman, M. (1994). *Tecnópolis: la rendición de la cultura a la tecnología*. Barcelona, España: Galaxia Gutenberg.

Postman, M. (1999). *El fin de la educación, una nueva definición del valor de la escuela*. Barcelona, España: Octaedro.

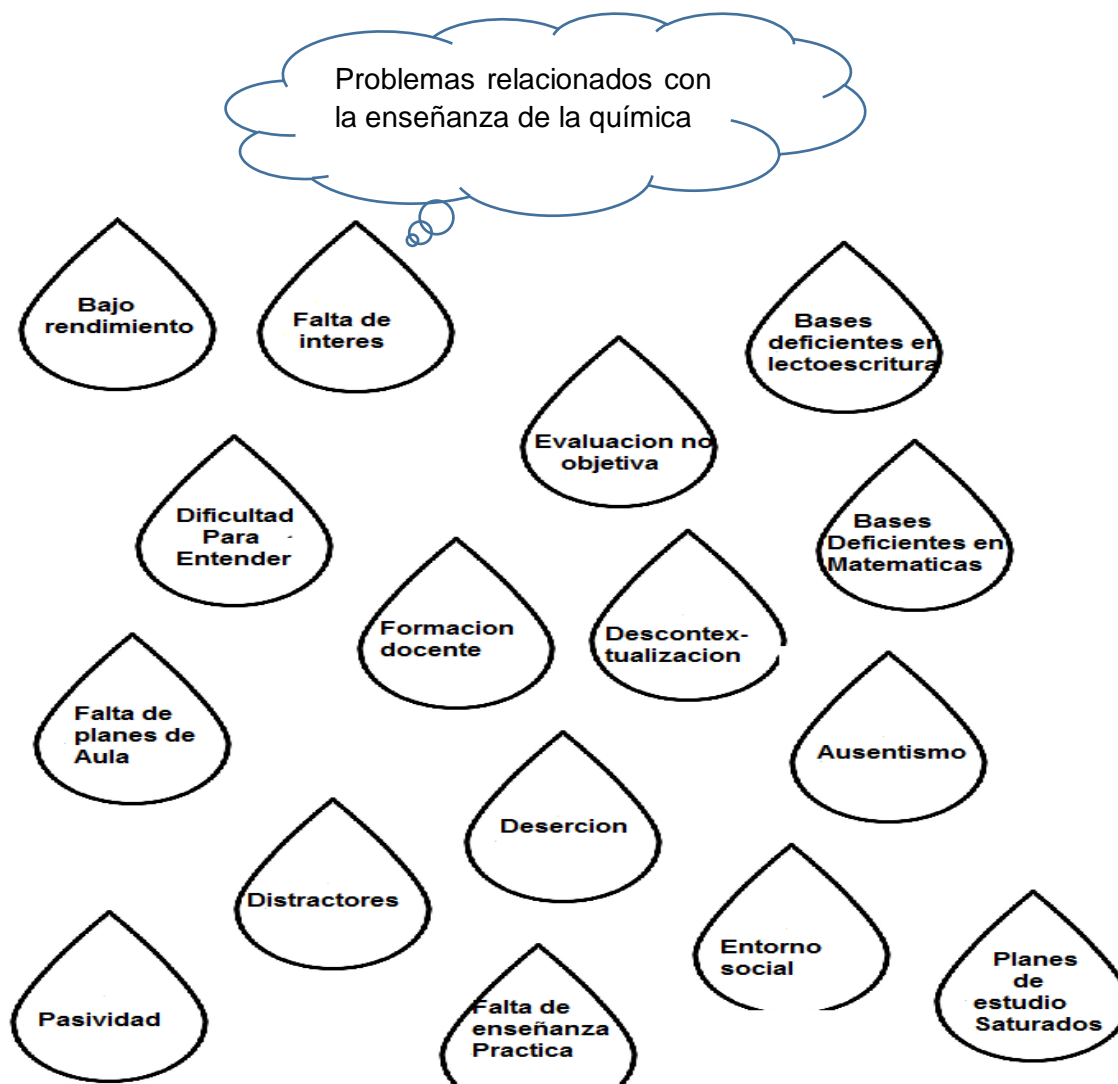
Postman, N. y Weingartner, C. (1973). *La enseñanza como actividad crítica*[a8]. Barcelona, España: Fontanella.

Ríos, C. I. (2013). *Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS): Estados de agregación de la materia y cambios de estado. Estudio de caso en la Institución Educativa Rural Pedro Pablo Castrillón* (tesis de maestría). Universidad Nacional, Medellín, Colombia.

Teleche, C. A. (2013). *Diseño e implementación de una unidad de enseñanza potencialmente significativa (UEPS): la enseñanza y el aprendizaje del concepto de fracción en el grado sexto de la Institución Educativa Fe y Alegría Aures* (tesis de maestría). Universidad Nacional, Medellín, Colombia.

## Anexo 1

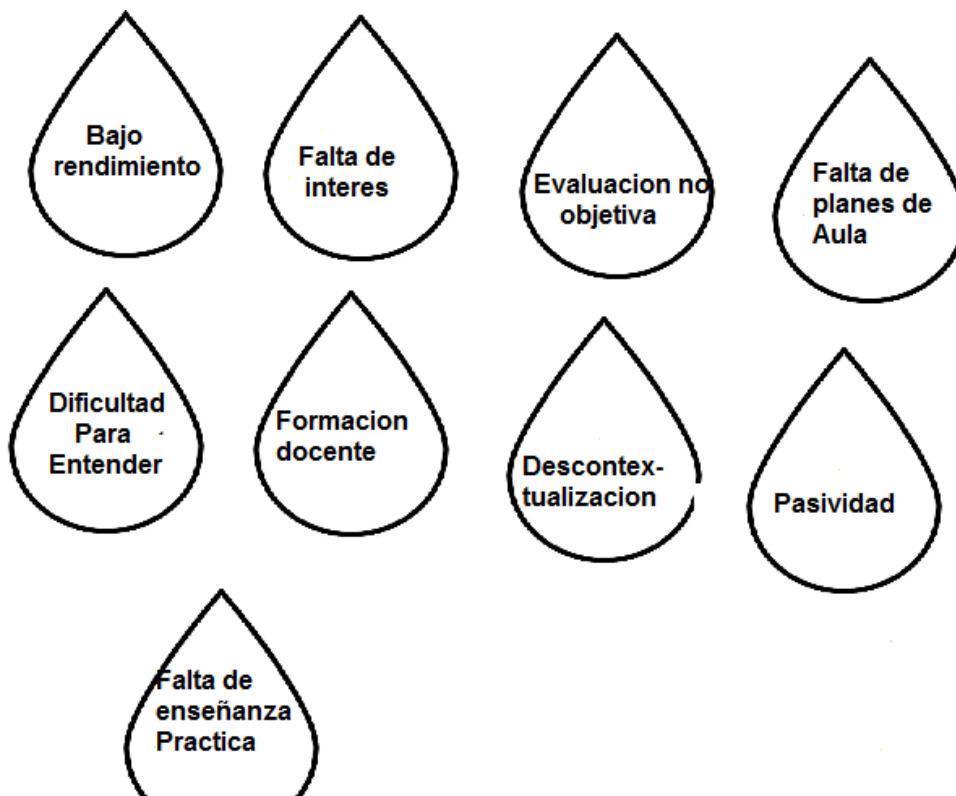
### Lluvia de ideas para la selección del problema a tratar en el proyecto de investigación





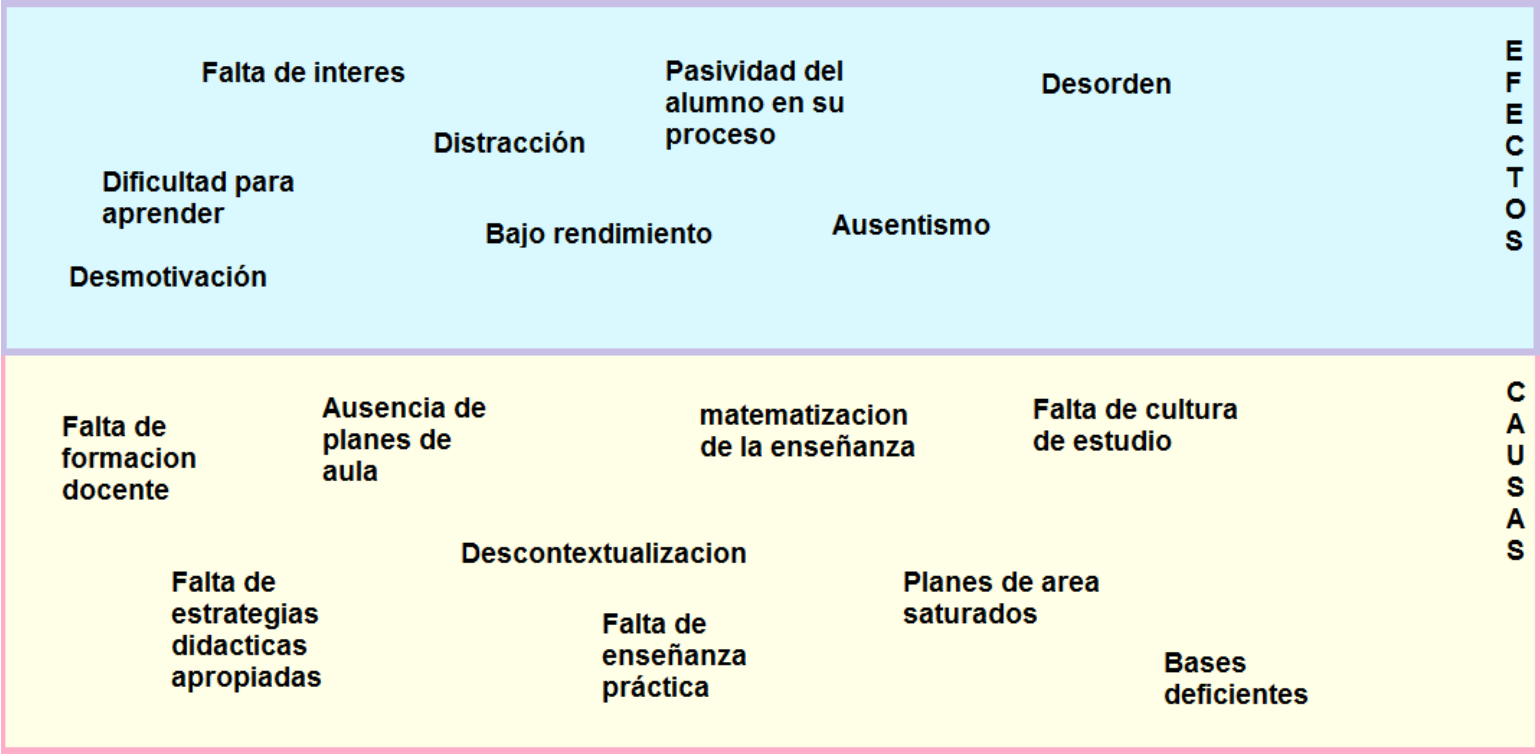
## Anexo 2

**Lluvia de ideas filtro 1: situaciones problema que se pueden mejorar desde la docencia**



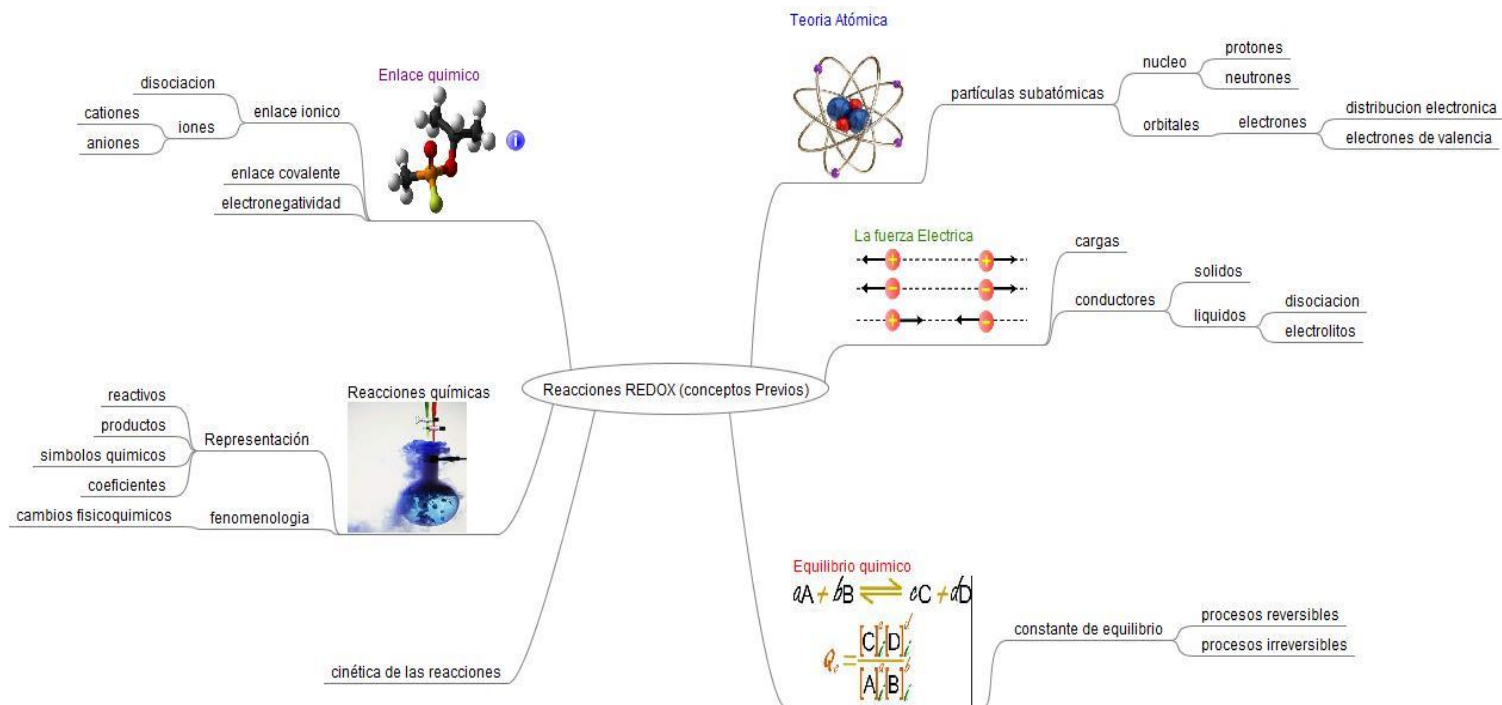
### Anexo 3

Posibles relaciones de causa efecto entre las situaciones detectadas



## Anexo 4

### Estructura de los conocimientos previos





Estudiante: \_\_\_\_\_

Grado: \_\_\_\_\_

## Anexo 5

### Evaluación diagnóstico

En este formulario se evaluarán los conocimientos previos que se deben tener antes de abordar el tema de las reacciones REDOX

#### Teoría Atómica

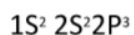
En esta sección analizaremos que tanto sabes de la teoría atómica

1. En el núcleo se encuentran
  - Partículas positivas
  - Partículas negativas
  - Partículas positivas y negativas
  - Partículas positivas y neutras

2. Las partículas positivas se llaman
  - Neutrones
  - Electrones
  - Protones
  - Positrones

3. Las partículas de carga negativa se llaman
  - Neutrones
  - Electrones
  - Electrones
  - Negatrones

Para las preguntas 4-7 te en cuenta el siguiente enunciado



Un átomo tiene la siguiente configuración:

4. Las letras S y P representan
  - El nivel de energía donde se encuentra el electrón
  - Los orbitales donde se encuentra el electrón
  - El sentido de giro del electrón
5. Los números 2,2 5 que están como súper índices en esta configuración representan:
  - Los niveles de energía donde están los electrones
  - El número de electrones que hay en cada nivel
  - El número de electrones que hay en cada Orbital
  - El momentum angular de cada electrón
6. Los electrones de valencia que tiene este elemento son:
  - 3
  - 7
  - 9
  - 5



IE ANTONIO RICAURTE  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA  
REACCIONES REDOX- CELDAS ELECTROLÍTICAS

Estudiante: \_\_\_\_\_

Grado: \_\_\_\_\_

7. Los electrones de valencia son importantes porque

- Estos electrones son los únicos que pueden verse
- Estos electrones participan en los enlaces con otros átomos
- Estos electrones son más negativos que el resto

### Moléculas y enlaces

El ácido sulfúrico es un líquido viscoso altamente corrosivo que se representa mediante la fórmula química:



8. ¿Qué representan en esta fórmula química las letras H, S y O?

Tu respuesta: /

9. ¿Qué significa el número 2 colocado entre la H y la S?

Tu respuesta: /

10. ¿Qué significa el número 4 al lado de la O?

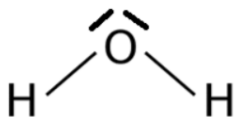
Tu respuesta: /

11. ¿Qué significa el número 4 al lado de la O?

Tu respuesta: /

### Estructura

El agua puede representarse mediante la siguiente estructura



12. ¿Entre cuál par de átomos no hay enlace?

- H y O
- H y H

13. Cada línea representa:

- 1 electrón
- electrones
- 6 electrones
- 8 electrones

14. ¿Para usted qué significan las 2 líneas que hay en la parte superior del oxígeno?

Tu respuesta: /

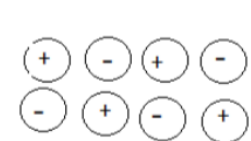


IE ANTONIO RICAURTE  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA  
REACCIONES REDOX- CELDAS ELECTROLÍTICAS

Estudiante: \_\_\_\_\_

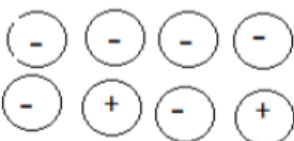
Grado: \_\_\_\_\_

Observe atentamente la siguientes figuras y escriba la carga total neta para cada sistema, preguntas 15 a 17



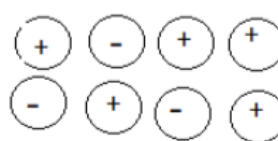
Carga neta: \_\_\_\_\_

15.



Carga neta: \_\_\_\_\_

16.



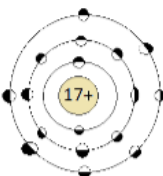
Carga neta: \_\_\_\_\_

17.

Tu respuesta: /

### Electronegatividad

El átomo de cloro se explica según el modelo atómico de Bohr de acuerdo a la siguiente gráfica



Tratando de disminuir su energía y quedar más estable este átomo puede ganar o perder electrones. Escriba cuál sería la carga neta del cloro cuando

18 Gana un electrón

Respuesta: /

19. Pierde un electrón

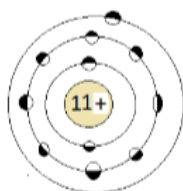
Respuesta: /

20. Pierde 3 electrones

Respuesta: /

### El átomo de sodio

El átomo de sodio a diferencia del átomo de cloro no tiende a ganar electrones. Al tener solo un electrón de valencia tiende a bajar su energía cediéndolo a otro átomo.





IE ANTONIO RICAURTE  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA  
REACCIONES REDOX- CELDAS ELECTROLÍTICAS

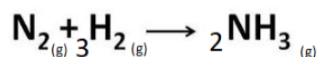
Estudiante: \_\_\_\_\_

Grado: \_\_\_\_\_

21.Cuál sería la carga del sodio al perder su único electrón de valencia?

Tu respuesta: /

### Reacciones Químicas



A continuación se presenta una típica reacción química:

22. Explique con sus palabras el significado de esta ecuación explicando lo que significan cada uno de los signos, símbolos y letras

Tu respuesta: /

### Equilibrio químico

A continuación se describe una reacción química de una manera un poco distinta a la anterior:

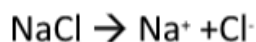


23. Explica con tus palabras qué tienen de diferente esta reacción y la anterior y qué significa la doble flecha

Tu respuesta: /

### Disociación

El agua es una sustancia con una alta capacidad dieléctrica. Cuando disolvemos sal en agua sucede



el siguiente proceso:

24. Trate de explicar lo que sucedió con los átomos de sodio (Na) y cloro (Cl)

Tu respuesta: /

25. Si se tiene un recipiente y en él se vierten 2 sustancias cualesquiera, qué cosas le harían pensar que en ese recipiente ocurrió una reacción química

Tu respuesta: /



IE ANTONIO RICAURTE  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA  
REACCIONES REDOX- CELDAS ELECTROLÍTICAS

Estudiante: \_\_\_\_\_  
Grado: \_\_\_\_\_

## Anexo 6

### Celdas electroquímicas-preinforme de práctica

1. Describa con sus palabras qué es una celda electroquímica:

---

---

---

---

---

2. Haga un esquema que represente una celda electroquímica. Señale sus partes y describa cómo funciona:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Haga un esquema de una celda galvánica. Señale sus partes y describa cómo funciona

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





IE ANTONIO RICAURTE  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA  
REACCIONES REDOX- CELDAS ELECTROLÍTICAS

Estudiante: \_\_\_\_\_

Grado: \_\_\_\_\_

4. Explique qué son electrodos y cuál es su función en la celda:

---

---

---

---

5. Explique qué es un circuito y qué es lo que circula a través del circuito:

---

6. Escriba con sus palabras qué es un proceso espontáneo:

---

---

---

---

7. Con sus palabras describa qué es una reacción redox:

---

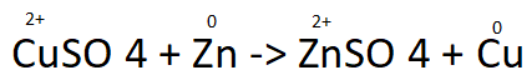
---

---

---

---

8. En la siguiente ecuación:



-----

Señale en la ecuación:

- Cuáles son los reactivos
- Cuáles son los productos



IE ANTONIO RICAURTE  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA  
REACCIONES REDOX- CELDAS ELECTROLÍTICAS

Estudiante: \_\_\_\_\_

Grado: \_\_\_\_\_

- c. Quién se oxida \_\_\_\_\_
- d. Quién se reduce \_\_\_\_\_
- e. Cuántos electrones pierden y ganan el Cobre \_\_\_\_ y el Zinc \_\_\_\_\_

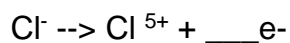
9. Divida el proceso en sus reacciones de oxidación y reducción:

10. Teniendo en cuenta que el ánodo es positivo y el cátodo es negativo, en qué lugar se lleva a cabo la reacción de oxidación y en cuál la reacción de reducción

Cátodo: \_\_\_\_\_

Ánodo: \_\_\_\_\_

11. Si se tiene una semireacción



- a. Escriba cuántos electrones se requieren para balancear la ecuación
- b. Dibuje un modelo donde explique el proceso